COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

EN DATE DU 13 JUILLET 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME DEUX CENT-DIXIÈME.

JANVIER — JUIN 1940.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1940

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1940

SCIENCES MATHEMATIQUES.

Section Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

Hadamard (*Jacques*-Salomon), C. ✻.
Borel (Félix-Édouard-Justin-*Émile*), C. ✻, ✠.
Lebesgue (*Henri*-Léon), O. ✻.
Cartan (*Élie*-Joseph), C. ✻.
Julia (*Gaston*-Maurice), C. ✻, ✠.
Montel (*Paul*-Antoine), O. ✻.

Section II. — *Mécanique.*

Lecornu (*Léon*-François-Alfred), G. O. ✻.
Drach (*Jules*), O. ✻.
Jouguet (Jacques-Charles-*Émile*), C. ✻.
Villat (*Henri*-René-Pierre), O. ✻.
Broglie (*Louis*-Victor-Pierre-Raymond, prince de), O. ✻.
Caquot (*Albert*-Irénée), G. O. ✻, ✠.

Section III. — *Astronomie.*

Deslandres (*Henri*-Alexandre), C. ✻.
Esclangon (*Ernest*-Benjamin), O. ✻.
Maurain (*Charles*), C. ✻.
Fayet (*Gaston*-Jules), ✻.
Chazy (*Jean*-François), ✻, ✠.
Lyot (*Bernard*-Ferdinand).

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

Messieurs :

BOURGEOIS (Joseph-Émile-*Robert*), G. C. ✱, ✠.
PERRIER (Antoine-François-Jacques-Justin-*Georges*), G. O. ✱, ✠.
TILHO (*Jean*-Auguste-Marie), G. O. ✱, ✠.
DURAND-VIEL (*Georges*-Edmond-Just), G. C. ✱, ✠, ✠.
BARRILLON (*Émile-Georges*), C. ✱.
....

SECTION V. — *Physique générale.*

BRANLY (*Édouard*-Eugène-Désiré), G. C. ✱.
BRILLOUIN (Louis-*Marcel*), O. ✱.
PERRIN (*Jean*-Baptiste), G. O. ✱.
COTTON (*Aimé*-Auguste), C. ✱.
FABRY (Marie-Paul-Auguste-*Charles*), C. ✱.
LANGEVIN (*Paul*), G. O. ✱.

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie.*

BÉHAL (*Auguste*), G. O. ✱.
BERTRAND (*Gabriel*-Émile), C. ✱.
DELÉPINE (Stéphane-*Marcel*), O. ✱.
LESPIEAU (Pierre-Léon-*Robert*), O. ✱.
LEBEAU (*Paul*-Marie-Alfred), O. ✱.
TIFFENEAU (*Marc*-Émile-Pierre-Adolphe), O. ✱.

SECTION VII. — *Minéralogie.*

CAYEUX (*Lucien*), O. ✱.
JACOB (*Charles*-François-Étienne), O. ✱, ✠.
MAUGUIN (*Charles*-Victor), O. ✱.
GRANDJEAN (*François*-Alfred), O. ✱.
MARGERIE (*Emmanuel*-Marie-Pierre-Martin JACQUIN DE), O. ✱.
....

SECTION VIII. — *Botanique.*

Messieurs :

DANGEARD (*Pierre-Augustin*-Clément), O. ✱.
MOLLIARD (*Marin*), C. ✱.
BLARINGHEM (*Louis*-Florimond), O. ✱.
GUILLIERMOND (Marie-Antoine-*Alexandre*), ✱.
CHEVALIER (*Auguste*-Jean-Baptiste), C. ✱.
COLIN (*Henri*-Ernest).

SECTION IX. — *Économie rurale.*

LECLAINCHE (Auguste-Louis-*Emmanuel*), G. O. ✱.
LAPICQUE (*Louis*-Édouard), C. ✱, ♗.
FOSSE (*Richard*-Jules), ✱.
SCHRIBAUX (Pierre-*Émile*-Laurent), C. ✱.
MOUSSU (Auguste-Léopold, dit *Gustave*), O. ✱.
JAVILLIER (Jean-*Maurice*), O. ✱, ♗.

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

BOUVIER (*Louis*-Eugène), C. ✱.
MARCHAL (*Paul*-Alfred), C. ✱.
CAULLERY (*Maurice*-Jules-Gaston-Corneille), C. ✱.
PÉREZ (*Charles*), O. ✱.
ROUBAUD (*Émile*-Charles-Camille), O. ✱.
WINTREBERT (*Paul*-Marie-Joseph), ✱.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

ARSONVAL (Jacques-*Arsène* D'), G. C. ✱.
VINCENT (Jean-*Hyacinthe*), G. C. ✱.
ACHARD (Émile-*Charles*), C. ✱.
GOSSET (*Antonin*-Louis-Charles-Sébastien), G. O. ✱, ♗.
FAURE (*Jean-Louis*), C. ✱.
PORTIER (*Paul*), O. ✱.

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

Messieurs :

PICARD (Charles-*Émile*), G. C. ✻, pour les sciences mathématiques.

LACROIX (François-Antoine-*Alfred*), G. O. ✻, pour les sciences physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

BRETON (*Jules-Louis*), ✻.
BROGLIE (Louis-César-Victor-*Maurice*, duc DE), O. ✻.
DESGREZ (*Alexandre*), C. ✻.
GRAMONT (*Armand*-Antoine-Auguste-Agénor, duc DE), O. ✻.
MARTIN (*Louis*), G. C. ✻.
GUTTON (Antoine-Marie-*Camille*), C. ✻.
DUCLAUX (*Jacques*-Eugène), ✻, ✠.
ROUSSY (*Gustave*), C. ✻.
JOLLY (*Justin*-Marie-Jules), O. ✻.
....

MEMBRES NON RÉSIDANTS.

SABATIER (*Paul*), G. O. ✻, à Toulouse.
WEISS (*Pierre*-Ernest), C. ✻, à Strasbourg.
CUÉNOT (*Lucien*-Claude-Jules-Marie), O. ✻, à Nancy.
CAMICHEL (*Charles*-Moïse), O. ✻, à Toulouse.
PICART (Théophile-*Luc*), O. ✻, à Floirac (Gironde).
SERGENT (Étienne-Louis-Marie-*Edmond*), C. ✻, ✠, à Alger.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE.

CHARPY (Augustin-*Georges*-Albert), O. ✻, à Paris.
LUMIÈRE (*Louis*-Jean), G. C. ✻, à Bandol (Var).
CLAUDE (*Georges*), O. ✻, ✠, à Rueil (Seine-et-Oise).
GUILLET (*Léon*-Alexandre), G. O, ✻, à Paris.
ESNAULT-PELTERIE (*Robert*-Albert-Charles), O. ✻, à Boulogne-sur-Seine.
....

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

Messieurs :

VOLTERRA (*Vito*), G. O. ✱, à Rome.
THOMSON (Sir *Joseph* John), à Cambridge (Angleterre).
BRÖGGER (*Waldemar Christofer*), C. ✱, à Oslo.
BORDET (*Jules*-Jean-Baptiste-Vincent), G. C. ✱, à Bruxelles.
WINOGRADSKY (*Serge*), à Brie-Comte-Robert (Seine-et-Marne).
ZEEMAN (*Pieter*), C. ✱, à Amsterdam.
EINSTEIN (*Albert*), à Princeton (New Jersey).
FLEXNER (*Simon*), C. ✱, à New York.
BRAGG (Sir *William* Henry), à Londres.
MORGAN (*Thomas Hunt*), à Pasadena (Californie).
LEVI-CIVITA (*Tullio*), à Rome.
....

CORRESPONDANTS.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (10 + 1).

HILBERT (*David*), à Göttingen.
LA VALLÉE POUSSIN (*Charles*-Jean-Gustave-Nicolas DE), O. ✱, à Louvain.
LARMOR (Sir *Joseph*), à Cambridge (Angleterre).
DICKSON (*Leonard Eugene*), à Chicago.
NÖRLUND (*Niels Erik*), C. ✱, à Copenhague.
BERNSTEIN (*Serge*), à Leningrad.
BIRKHOFF (*George* David), à Cambridge (Massachusetts).
CASTELNUOVO (*Guido*), à Rome.
FABRY (Charles-*Eugène*), ✱, à Saint-Cyr-sur-Mer.
COTTON (*Émile*-Clément), ✱, à Grenoble.
GIRAUD (*Georges*-Julien), à Bonny-sur-Loire (Loiret).

SECTION II. — *Mécanique* (10).

Messieurs :

ROY (*Louis*-Maurice), ✻, à Toulouse.
STODOLA (*Aurel*), à Zurich.
LOVE (*Augustus Edward Hough*), à Oxford.
HAAG (*Jules*), ✻, à Besançon.
THIRY (*René*-Paul-Eugène), ✻, à Strasbourg.
RIABOUCHINSKY (*Dimitri* Pavlovitch), à Paris.
THULOUP (Émile-Adrien-*Albert*), O. ✻, à Grasse (Alpes-Maritimes).
BOULIGAND (*Georges*-Louis), ✻, à Paris.
ROY (Paul-Mary-Ferdinand-*Maurice*), ✻, à Paris.
TIMOSHENKO (*Stephen*), à Palo Alto (Californie).

SECTION III. — *Astronomie* (10).

FOWLER (*Alfred*), à Londres.
SCHLESINGER (*Frank*), O. ✻, à New Haven (Connecticut).
ADAMS (*Walter Sydney*), à Pasadena (Californie).
BOSLER (*Jean*), ✻, à Marseille.
BERGSTRAND (*Carl Östen* Emanuel), à Upsal.
ROTHÉ (*Edmond*-Ernest-Antoine), O. ✻, à Strasbourg.
HERTZSPRUNG (*Ejnar*), à Leyde (Pays-Bas).
RUSSELL (*Henry Norris*), à Princeton (New Jersey).
....
....

SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (10).

HEDIN (*Sven* Anders), à Stockholm.
BOWIE (*William*), à Washington.
RICHARD (*Jules*), O. ✻, à Monaco.
SCHOKALSKY (*Jules*), ✻, à Leningrad.
VANSSAY DE BLAVOUS (*Pierre*-Marie-Joseph-Félix-Antoine DE), C. ✻, ✠, à Monaco.
VENING MEINESZ (*Felix Andries*), à Amersfoort (Pays-Bas).
POISSON (Victor-Marie-Augustin-*Charles*), ✻, ✠, à Tananarive.
KOCH (*Lauge*), O. ✻, à Copenhague.
LEJAY (*Pierre*), ✠, à Zi-Ka-Wei, près Shanghaï.
MARGUET (*Frédéric*-Philippe), C. ✻, à Paris.

SECTION V. — *Physique générale* (10).

Messieurs :

MATHIAS (*Émile*-Ovide-Joseph), O. ✻, à Clermont-Ferrand.
MILLIKAN (*Robert Andrews*), à Pasadena (Californie).
GUYE (*Charles-Eugène*), ✻, à Genève.
TOWNSEND (*John* Sealy), ✻, à Oxford.
CABRERA (*Blas* Juan Jose Secundino), à Madrid.
BUISSON (*Henri*-Auguste), O. ✻, ✠, à Marseille.
CABANNES (*Jean*), ✻, ✠, à Paris.
BOHR (*Niels* Henrik David), O. ✻, à Copenhague.
HAAS (*Wander Johannes* DE), O. ✻, à Leyde (Pays-Bas).
. . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie* (10).

WALDEN (*Paul*), à Rostock (Allemagne).
RECOURA (*Albert*), O. ✻, à Grenoble.
HADFIELD (Sir *Robert* Abbott), O. ✻, à Londres.
PASCAL (*Paul*-Victor-Henri), ✻, à Paris.
SWARTS (*Frédéric*-Jean-Edmond), O. ✻, à Gand.
HOLLEMAN (*Arnold Frederik*), ✻, à Bloemendaal (Pays-Bas).
NICLOUX (*Maurice*), O. ✻, à Strasbourg.
DENIGÈS (*Georges*-Noël-Fort), O. ✻, à Bordeaux.
. . . .
. . . .

SECTION VII. — *Minéralogie* (10).

BIGOT (*Alexandre*-Pierre-Désiré), O. ✻, à Mathieu (Calvados).
LUGEON (*Maurice*), G. O. ✻, à Lausanne.
VERNADSKY (*Wladimir*), à Moscou.
GIGNOUX (*Maurice*-Irenée-Marie), ✻, à Grenoble.
LERICHE (*Maurice*-Henri-Charles), ✻, à Uccle-Bruxelles.

Messieurs :

LAPPARENT (Marie-*Jacques* COCHON DE), ✻, à Strasbourg.
MRAZEC (*Ludovic*), C. ✻, à Bucarest.
FOURMARIER (*Paul* Frédéric Joseph), ✻, à Liége (Belgique).
BRAGG (*William Lawrence*), à Cambridge (Angleterre).
. . . .

SECTION VIII. — *Botanique* (10 + 1).

LECLERC DU SABLON (Albert-*Mathieu*), ✻, à Vénéjan (Gard).
MAIRE (*René*-Charles-Joseph-Ernest), ✻, à Alger.
DANIEL (*Lucien*-Louis), O. ✻, à Rennes.
IKENO (*Seiitirô*), à Tokyo.
PERRIER DE LA BÂTHIE (*Henri*-Alfred-Joseph), ✻, à Menton.
DEVAUX (*Henri*-Edgard), ✻, à Bordeaux.
BLAKESLEE (*Albert Francis*), à Long-Island (New-York).
MAIGE (Louis-*Albert*), O. ✻, à Lille.
HOUARD (*Clodomir*-Antony-Vincent), à Strasbourg.
DE WILDEMAN (*Émile* Auguste Joseph), à Bruxelles.
TEODORESCO (*Emmanuel*-Constantin), à Bucarest.

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

IMBEAUX (Charles-*Édouard*-Augustin), O. ✻, à Nancy.
RUSSELL (Sir Edward *John*), à Harpenden (Angleterre).
LAGATU (*Henri*-Désiré), O. ✻, à Montpellier.
MARCHAL (*Émile*-Jules-Joseph), à Gembloux (Belgique).
VALLÉE (*Henri*-Pierre-Michel), C. ✻, à Dijon.
TSCHERMAK-SEYSENEGG (*Erich*), à Vienne (Autriche).
WAKSMAN (*Selman* Abraham), à New-Brunswick (New Jersey).
LESBRE (*François-Xavier*), O. ✻, à Lyon.
GUINIER (Marie-Joseph-Jean-Baptiste-*Philibert*), O. ✻, à Nancy.
GORINI (*Costantino*), à Milan.

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

BATAILLON (Jean-*Eugène*), O. ✻, à Castelnau-le-Lez (Hérault).
VAYSSIÈRE (Jean-Baptiste-Marie-*Albert*), ✻, à Marseille.

Messieurs :

LAMEERE (*Auguste*-Alfred-Lucien-Gaston), ✻, à Saint-Gilles-lez-Bruxelles.
LÉGER (*Louis*-Urbain-Eugène), O. ✻, à Grenoble.
PELSENEER (*Paul*), O. ✻, à Bruxelles.
BOUIN (André-*Pol*), O. ✻, à Strasbourg.
GUYÉNOT (*Émile*-Louis-Charles), ✻, à Genève.
CHATTON (*Édouard*-Pierre-Léon), ✻, ✠, à Banyuls-sur-Mer.
PEYERIMHOFF DE FONTENELLE (Marie-*Paul* DE), O. ✻, à Alger.
. . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (10).

YERSIN (*Alexandre*-John-Émile), G. O. ✻, à Nha-Trang (Annam).
WRIGHT (Sir *Almroth* Edward), à Londres.
SHERRINGTON (Sir *Charles* Scott), à Ipswich (Angleterre).
FORGUE (*Émile*), C. ✻, à Paris.
CARREL (*Alexis*), C. ✻, à New-York.
LUMIÈRE (*Auguste*-Marie-Louis-Nicolas), G. O. ✻, à Lyon.
SANARELLI (*Giuseppe*), G. O. ✻, à Rome.
SABRAZÈS (*Jean*-Émile), O. ✻, à Bordeaux.
HOLMGREN (*Israël*), C. ✻, à Stockholm.
. . . .

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MERCREDI 3 JANVIER 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

M. **Georges Perrier**, Président, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des recueils qu'elle publie et les changements survenus parmi les Membres, les Associés étrangers et les Correspondants pendant le cours de l'année 1939.

État de l'impression des recueils de l'Académie au 1er janvier 1940.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Les tomes 206 (1er semestre de l'année 1938), et 207 (2e semestre de l'année 1938) ont paru avec leurs tables.

Les numéros des 1er et 2e semestres de l'année 1939 ont paru, chaque semaine, avec la régularité habituelle. Les tables du 1er semestre sont sur le point de paraître.

Mémoires de l'Académie. — Le tome 63 est en préparation.

Notices et discours. — Le tome 2 est en préparation.

Procès-verbaux des séances de l'Académie des Sciences, tenues depuis la fondation de l'Institut jusqu'au mois d'août 1835.

Un volume de tables générales est en voie d'achèvement.

Annuaire de l'Académie. — L'Annuaire pour 1940 est paru; il est mis en distribution au cours de la présente séance.

Index biographique des Membres et Correspondants de l'Académie des Sciences. — Une nouvelle édition est en préparation.

Membres décédés depuis le 1er janvier 1939.

Section de Géographie et Navigation. — M. **Eugène Fichot**, le 17 juillet, à Tabanac, Gironde.

Section de Minéralogie. — M. **Charles Barrois**, le 5 novembre à Sainte-Geneviève-en-Caux, par Auffray, Seine-Inférieure.

Section des Académiciens libres. — M. **Paul Séjourné**, le 14 janvier, à Paris.

Section des Applications de la science à l'industrie. — M. **Maxime Laubeuf**, le 23 décembre, à Cannes, Alpes-Maritimes.

Associés étrangers. — M. **Edmund Beecher Wilson**, le 3 mars, à New York.

Membres élus depuis le 1er janvier 1939.

Section d'Astronomie. — M. **Bernard Lyot**, le 6 mars, en remplacement de M. Aymar de La Baume-Pluvinel, décédé.

Section de Chimie. — M. **Marc Tiffeneau**, le 8 mai, en remplacement de M. Georges Urbain, décédé.

Section de Minéralogie. — M. **Emmanuel de Margerie**, le 16 janvier, en remplacement de M. Louis de Launay, décédé.

Section des Académiciens libres. — M. **Jacques Duclaux**, le 20 mars, en remplacement de M. Maurice d'Ocagne, décédé;

M. **Gustave Roussy**, le 27 mars, en remplacement de M. Paul Helbronner, décédé;

M. **Justin Jolly**, le 19 juin, en remplacement de M. André Blondel, décédé.

Membres à remplacer.

Section de Géographie et Navigation. — M. **Eugène Fichot**, mort à Tabanac, Gironde, le 17 juillet 1939.

Section de Minéralogie. — M. **Charles Barrois**, mort à Sainte-Geneviève-en-Caux, par Auffray, Seine-Inférieure, le 5 novembre 1939.

Section des Académiciens libres. — M. **Paul Séjourné**, mort à Paris, le 14 janvier 1939.

Section des Applications de la science à l'industrie. — M. **Maxime Laubeuf**, mort à Cannes, Alpes-Maritimes, le 23 décembre 1939.

Associés étrangers. — M. **Edmund Beecher Wilson**, mort à New York, le 3 mars 1939.

Correspondants décédés depuis le 1er janvier 1939.

Pour la Section d'Astronomie. — M. **Louis Fabry**, le 26 janvier, aux Lecques, Var;

Sir **Frank Dyson**, le 25 mai, en mer, au retour d'un voyage en Australie.

Pour la Section de Chimie. — M. **Marcel Godchot**, le 11 février, à Montpellier;

Sir **William Pope**, le 17 octobre, à Cambridge.

Pour la Section de Minéralogie. — M. **Giuseppe Cesàro**, le 20 janvier, à Comblain-au-Pont, Belgique.

Correspondants élus depuis le 1er janvier 1939.

Pour la Section de Mécanique. — M. **Stephen Timoshenko**, le 22 mai, à Palo Alto, États-Unis, en remplacement de M. Tullio Levi-Civita, élu Associé étranger.

Pour la Section d'Astronomie. — M. **Henry Norris Russell**, le 30 janvier, à Princeton, États-Unis, en remplacement de M. Ernest William Brown, décédé.

Pour la Section de Minéralogie. — M. **William Lawrence Bragg**, le 15 mai, à Cambridge, Angleterre, en remplacement de M. Emmanuel de Margerie, élu Membre de la Section.

Pour la Section de Botanique. — M. **Émile De Wildeman**, le 27 mars, à Bruxelles, en remplacement de M. Victor Grégoire, décédé;

M. **Emmanuel Teodoresco**, le 1er mai, à Bucarest.

Pour la Section d'Économie rurale. — M. **Costantino Gorini**, le 23 janvier, à Milan, en remplacement de M. Louis Ravaz, décédé.

Correspondants à remplacer.

Pour la Section d'Astronomie. — M. **Louis Fabry**, mort aux Lecques, Var, le 26 janvier 1939;

Sir **Frank Dyson**, mort en mer, au retour d'un voyage en Australie, le 25 mai 1939.

Pour la Section de Physique générale. — Sir **William Bragg**, élu Associé étranger, le 13 juin 1938.

Pour la Section de Chimie. — M. **Marcel Godchot**, mort à Montpellier, le 11 février 1939;

Sir **William Pope**, mort à Cambridge, le 17 octobre 1939.

Pour la Section de Minéralogie. — M. **Giuseppe Cesàro**, mort à Comblain-au-Pont, Belgique, le 20 janvier 1939.

Pour la Section d'Anatomie et Zoologie. — M. **Thomas Hunt Morgan**, élu Associé étranger, le 20 juin 1938.

Pour la Section de Médecine et Chirurgie. — M. **Simon Flexner**, élu Associé étranger, le 22 février 1937.

Pour les Sections qui pourront être désignées par l'Académie :

A. — Le Correspondant suivant pour la Section de Mécanique : M. **Joseph Auclair**, mort à Saint-Léger-sur-Roanne, le 12 décembre 1936.

B. — Le Correspondant suivant pour la Section de Chimie : M. **Amé Pictet**, mort à Genève, le 11 mars 1937.

C. — Le Correspondant suivant pour la Section de Physique générale : M. **Camille Gutton**, élu académicien libre, le 31 janvier 1938.

D. — Le Correspondant suivant pour la Section de Mécanique : M. **John Alexander Low Waddell**, mort à New York, le 3 mars 1938.

M. **Georges Perrier** prononce, au nom de M. Auguste Béhal, Président sortant, l'allocution suivante :

Mes chers Confrères,

Je vous remercie une fois encore de l'honneur que vous m'avez fait en m'appelant à vous présider. J'arrive, aujourd'hui, au terme de mes fonctions et je dois, pour les services qu'ils m'ont rendus, des remercîments à nos Secrétaires perpétuels et en particulier à notre Confrère Alfred Lacroix, qui s'est appliqué à écarter les épines de mon chemin.

Je ne dois pas oublier, non plus, les Secrétariats de l'Académie des sciences et de l'Institut qui m'ont apporté leur concours.

Je prie notre Confrère Georges Perrier, qui a bien voulu me remplacer dans mes défaillances, de prendre le fauteuil présidentiel, et notre Confrère Hyacinthe Vincent, de prendre le siège de Vice-Président.

En prenant possession du fauteuil de la Présidence, M. **Georges Perrier** s'exprime en ces termes :

Mes chers Confrères,

Avant d'occuper ce fauteuil de Président, à titre essentiellement temporaire, sachant que je devais inaugurer ma Présidence par une allocution, j'ai eu l'idée, que vous comprendrez facilement, de consulter dans nos *Comptes rendus* les allocutions des Présidents qui m'ont précédé.

Je ne voudrais pas vous mentir en vous disant que, chaque année, j'y ai trouvé des idées nouvelles.

Les thèmes les plus fréquents sont les exhortations qui vous ont été adressées d'observer le silence pendant les séances, au lieu de couvrir la voix des auteurs de communications par le bruit des conversations particulières.

Vains efforts de vos Présidents! Je ne les renouvellerai pas, car jusqu'à présent ils ont été voués à un échec complet, quels que fussent les arguments présentés, plus ou moins justifiés. Un de mes prédécesseurs avait sans doute cru trouver une solution acceptable, en invitant toutes les personnes, désireuses d'échanger leurs idées, à le faire dans une salle voisine de la nôtre, celle de l'Académie française. Heureusement cette suggestion n'a eu aucun succès, car, si elle eût été écoutée, il ne resterait plus, dans notre salle des séances, que les journalistes, l'orateur et le Bureau, « attaché par sa grandeur au rivage ».

Je ne voudrais pas vous adresser des remercîments éperdus pour m'avoir élu votre Président. Je sais trop que la candidature officielle a fonctionné sans fausse honte à l'occasion de mon élection, et que la Présidence est donnée, non point au mérite, mais à l'ancienneté, avec quelques conditions particulières comme celle, pour l'heureux élu, de pouvoir figurer en uniforme dans les cérémonies officielles.

Je n'en suis pas moins très heureux d'être à votre tête pour une année et puis vous certifier que je ferai tout mon possible pour défendre les intérêts de notre Académie.

Je serai d'ailleurs puissamment aidé par nos deux Secrétaires perpétuels. C'est un leitmotiv qui revient dans les allocutions des Présidents qui m'ont précédé, et le seul que je veuille retenir. Mais ici encore j'arrive trop tard. J'avais cru trouver une comparaison frappante en assimilant le Président de l'Académie à un Roi fainéant et les Secrétaires perpétuels à des Maires du Palais, mais je me suis aperçu que Charles Richet m'avait dérobé cette ingénieuse idée en 1933.

Dans certaines de leurs allocutions, quelques-uns de nos Présidents ont exprimé, pour la modernisation de nos séances, des vœux dont quelques-uns, mais bien rarement, ont été réalisés.

Je rappelle que c'est à Charles Lallemand que nous devons en 1926 l'installation hors de notre salle, dans le vestibule, de la table où nous signons la feuille de présence, amélioration notable dans le sens de la diminution du bruit des conversations.

C'est Maurice Hamy qui a proposé, en 1928, d'illustrer certaines communications par des projections fixes ou cinématographiques, vœu réalisé grâce à un appareil offert par un généreux donateur.

Nous aurons peut-être bientôt à réaliser une plus importante réforme en supprimant la distinction qui sépare en deux zones les membres de l'Académie, la première comprenant ceux qui votent, la deuxième ceux qui ne votent pas. Vous savez qu'un mouvement d'opinion presque unanime s'est déclaré en faveur de cette suppression. Il est véritablement difficile de comprendre que des hommes dont la prééminence est reconnue par tous, je ne citerai que le génial inventeur de l'arme sous-marine, qui vient de mourir, n'aient jamais eu la possibilité de rendre leur opinion effective par un vote.

Pour le moment, des préoccupations plus graves nous accablent tous du fait de la guerre abominable qui vient d'être imposée à la France. Je suis certain, mes chers Confrères, que vous avez tous, comme moi, une confiance absolue dans la victoire finale; mais cette victoire nous l'avons eue en 1918 et nous l'avons gâchée ! Espérons que cette fois, quand l'ennemi demandera grâce, nous ne mériterons pas le reproche qu'un de ses lieutenants adressa à Annibal : « Tu sais vaincre, mais tu ne sais pas profiter de la victoire ». Espérons aussi que la guerre ne durera pas assez longtemps pour qu'on puisse voir cinq Présidents se succéder à la tête de l'Académie, comme l'ont fait, de 1914 à 1918, Appell, Edmond Perrier, Jordan, d'Arsonval et Painlevé.

Nous devons nous attendre à ce que les recherches ayant pour objet de perfectionner les moyens que l'homme possède de donner la mort à son semblable fassent de grands progrès, stimulées qu'elles vont être par les nécessités de la guerre, aussi bien dans le domaine de l'Artillerie que dans celui de l'Aviation et celui de la Navigation.

Mais, à côté de ces progrès, quelle régression vont subir les recherches dirigées vers des fins pacifiques et les études purement spéculatrices !

Comme Secrétaire de l'Association internationale de Géodésie, je puis déjà me rendre compte du trouble profond que la guerre apportera dans le travail scientifique international.

En 1919, nous étions arrivés péniblement à le reprendre grâce à la fondation, par la Conférence internationale de Bruxelles, du Conseil international de Recherches, auquel l'un de nos Secrétaires perpétuels, M. Émile Picard, élu Président par l'assentiment unanime, a apporté pendant des années l'aide de son expérience et de sa haute autorité.

C'est tout récemment que l'Allemagne a adhéré à ce Conseil et à quelques-unes des Unions qui en dépendent. Il avait fallu 20 ans pour renouer les liens du passé. A présent, non seulement la rupture avec l'Allemagne les a de nouveau dénoués, mais des nations dont le rôle scientifique était éminent ont disparu de la carte de l'Europe : l'Autriche, la Tchécoslovaquie, la Pologne. Bien souvent je pense à mes amis géodésiens qui sont là-bas, me demandant ce qu'ils sont devenus dans la tourmente.

L'Association géodésique internationale avait organisé, il y a trois ans, à Helsinki, sous la direction d'un savant hautement autorisé, le Professeur W. Heiskanen, un Institut spécial destiné à poursuivre des calculs et des recherches concernant des théories modernes très à l'ordre du jour actuellement en Géodésie, celles de l'Isostasie. Chose extraordinaire, dans les circonstances actuelles, l'Institut continue à fonctionner, les communications par lettres, entre lui et nous, ne sont pas interrompues et, sous les bombardements aériens, l'Institut continue à publier une série de Mémoires qui l'ont mis au premier rang des Établissements géodésiques. Le Professeur Heiskanen exprime dans ses lettres une confiance inébranlable dans la victoire finale, assurant que les Finlandais lutteront jusqu'au dernier homme pour échapper à la tyrannie bolchevique.

Je suis certain d'être votre interprète en envoyant aux savants finlandais l'expression de la profonde sympathie des savants français et des vœux qu'ils forment pour leur patrie.

Mes chers Confrères, chacun de vous dans sa sphère doit avoir, comme première préoccupation, le salut et le triomphe du Pays.

Certains d'entre vous ont l'heureuse chance de pouvoir travailler directement au bénéfice de la défense nationale, mais les autres, en continuant leurs études et leurs recherches, d'un intérêt moins immédiat pour cette défense, travailleront quand même pour la Patrie.

Vous savez que les voix les plus autorisées de nos dirigeants ont, à plusieurs reprises, proclamé que, malgré la guerre, l'activité du Pays, dans tous les domaines, doit être, autant que possible, maintenue.

La France continuera donc ainsi à vivre et l'Académie à travailler.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYLOGÉNIE. — *Remarques sur un essai d'arbre généalogique du règne animal.* Note [1] de M. **Lucien Cuénot.**

J'ai énuméré [2] un certain nombre de principes sur lesquels on peut se baser pour établir d'une façon au moins vraisemblable les rapports et la succession chronologique des êtres qui se sont succédé sur le globe. La paléontologie donne à ce sujet un précieux enseignement : il y a des groupes fort anciens qui sont pourvus d'un squelette calcaire de conservation facile, ayant de plus l'avantage de révéler certains traits de la structure anatomique : ce sont en particulier les Echinodermes, que le moindre fragment permet de reconnaître comme tels, les Brachiopodes et les Mollusques à coquille caractéristique : on en connaît un nombre considérable d'espèces depuis l'époque cambrienne, soit depuis 600 millions d'années, et il y en a encore beaucoup actuellement; c'est dire que nous sommes dans les meilleures conditions possibles pour comprendre leur évolution, déroulée pendant cet énorme laps de temps.

Or il est évident que, depuis la trouvaille la plus ancienne, les trois groupes pris comme exemple sont des groupes *fermés*, c'est-à-dire que leur évolution n'a jamais donné naissance qu'à des Échinodermes, des Brachiopodes ou des Mollusques, quelles qu'aient été les variations intérieures d'ordre et de classe, les changements de milieu et de mode de vie; une *Entoconcha* endoparasite est aussi Mollusque qu'un Chiton ou une Nucule, en dépit de la considérable différence d'aspect et d'habitat; c'est un fait qu'il n'y a jamais eu d'évolution externe, si je puis m'exprimer ainsi; de la structure Échinoderme, rien n'est sorti qui ne soit Echinoderme, et nous ne pouvons même pas concevoir qu'il en soit autrement. Je comparerai volontiers ces trois groupes à des feuilles attachées sur une même branche; nous ne connaissons ni la branche, ni le point d'attache, ni même la base du pétiole; nous ne constatons l'existence de la feuille

---

(1) Séance du 27 décembre 1939.

(2) *Comptes rendus*, 209, 1939, p. 736.

qu'à partir d'un certain moment du Temps, où l'on commence à trouver des espèces que l'on qualifie d'archaïques ou primitives (elles ne sont telles que par rapport à celles qui les suivront). Mais la feuille Échinoderme est tout à fait indépendante d'autres feuilles dans son évolution buissonnante, aussi bien que les feuilles Brachiopode et Mollusque.

Quel nom peut-on donner à ces feuilles autonomes? Les mots d'embranchement, de phylum conviendraient, mais ils ont été trop souvent employés pour ne pas prêter à confusion; je préférerais le terme nouveau de *clade* (du grec κλάδος, branche).

Nous pouvons extrapoler avec sûreté le principe de l'évolution indépendante et close pour tous les types définis de structure que l'on étudie par chapitres séparés dans les Traités de Zoologie et de Paléontologie, ce qui est une façon implicite d'accepter le fait; l'évidence est la même pour les Arthropodes à partir du cambrien, pour les Vertébrés dont on connaît des fossiles depuis le silurien inférieur, aussi bien que pour les types de structure qui n'ont pu laisser de traces, comme les Balanoglosses, les Tuniciers et la plupart des Vers. En somme, il est impossible de faire dériver un clade actuel d'un autre clade actuel; s'ils sont reliés — ils le sont sûrement — c'est par leur base inconnue; cette autonomie est la définition même du clade.

Les divers clades sont extrêmement inégaux en ce qui concerne leur succès sur le globe; les uns ont donné des milliers et même des millions d'espèces actuelles et fossiles, aux adaptations les plus variées, comme les Vertébrés, les Arthropodes, les Mollusques, les Protozoaires, et leurs espèces comptent d'innombrables individus. D'autres, égaux aux précédents en tant que clades autonomes, sont très pauvrement représentés : il y a un seul genre dans le clade *Phoronis*; deux genres, *Rhabdopleura* et *Cephalodiscus*, dans le clade Ptérobranches; bien peu d'Endoproctes, de Sipunculiens, d'Echiuriens, de Priapuliens, et naturellement le genre de vie est monotone; souvent leurs espèces comptent peu d'individus. Tout se passe comme si ces formes avaient un maigre potentiel évolutif. Mais cette disparité numérique est le fait contingent du succès ou de l'insuccès du type; elle ne nous interdit pas de regarder comme parfaitement équivalents au point de vue de l'originalité structurale le groupe minime des Ptérobranches et l'immense légion des Arthropodes s'étendant des Trilobites aux Insectes.

Il est digne de remarque qu'il n'y a pas une forme fossile qui soit vraiment inclassable, au sens large du mot, c'est-à-dire que toutes les formules

animales que nous fait connaître la paléontologie ont laissé des descendants vivant à notre époque; certes des ordres ont totalement disparu parmi les Échinodermes, les Céphalopodes, les Reptiles, et il y a même une classe éteinte (Trilobites), mais le clade persiste et il est possible de reconstituer plus ou moins exactement la structure anatomique des disparus.

Nous pouvons représenter graphiquement l'arbre généalogique du Règne animal sous la figure d'un axe peu ramifié, dont nous préciserons plus tard le dessin, qui porte latéralement des clades; ceux-ci seront plus ou moins larges suivant la variété de leur différenciation interne; il y en aura donc de très petits et d'autres immenses; le point d'insertion sur l'axe correspond à un moment du Temps antécambrien ou tout au moins paléozoïque inférieur. La distance qui sépare les points d'insertion sur l'axe représente symboliquement le degré d'affinité; des clades seront très voisins l'un de l'autre, comme ceux des Ectoproctes et des Brachiopodes, ceux de l'Amphioxus et des Vertébrés, étroitement apparentés; d'autres seront très distants, ce qui marque une grande différence structurale, comme ceux des Échinodermes et des Balanoglosses, ceux des Cœlentérés et des Platodes, dont la parenté est lointaine. Jadis, des clades paraissant tangents ont été confondus sous un même nom; mais une étude plus approfondie de leur structure intérieure a montré qu'ils devaient avoir des pétioles distincts et constituaient par conséquent des types autonomes : c'est ainsi que le pseudo-clade Bryozoaire a disparu pour être remplacé par ceux des Ectoproctes, Endoproctes et Phoronidiens; il n'y a plus de Géphyriens, mais les trois clades des Sipunculiens, des Échiuriens et des Priapuliens; les Linguatulides ont été retirés de la classe Arachnides et mis à part; il est probable qu'on abandonnera le nom de Cœlentérés pour le remplacer par les deux clades Cnidaire et Cténophore, l'état cœlentérique ne représentant qu'un stade d'évolution, de même que l'état cœlomate.

Si l'on accepte cette conception des clades encore vivants, insérés sur des axes comme des bourgeons successifs sur une branche, il en découle une conséquence singulière : l'évolution cladique, qui s'est échelonnée pendant une période d'un demi-milliard d'années (depuis l'antécambrien jusqu'au silurien), *est terminée* depuis longtemps; en effet, il est certain que les groupes du Règne animal dont l'apparition est la plus récente sont ceux des Vertébrés et des Arthropodes; tous les autres clades sont forcément plus anciens; or les Vertébrés, dernière pousse gonflée de sève, remontent au silurien inférieur, mais sont probablement bien antérieurs;

les Arthropodes sont précambriens. C'est dire que, depuis plus de 600 millions d'années, aucun type structural nouveau n'est apparu. L'axe est mort; l'évolution continue, bien entendu, mais à l'intérieur des clades dont le sommet est seul vivant; elle est limitée à la formation de nouvelles espèces qui, si variées qu'elles puissent être, ne sortiront pas de l'enceinte des clades; le long passé nous répond du présent. L'évolution est aussi très ralentie, car il reste peu de places vides à occuper.

Il y a donc sur la Terre un processus, celui de la production de types structuraux ou clades, *qui est irrévocablement terminé;* notre globe a eu sa période de jeunesse et d'intense production de formules de vie; il est maintenant dans l'âge mûr, qui a eu son événement notable : l'apparition de l'Homme.

Mais cet axe mort depuis longtemps que nous avons été amenés à imaginer, a été constitué au prépaléozoïque par des espèces réelles, adaptées aux milieux de leur époque; elles reliaient les clades que seuls nous connaissons; sans doute elles ont donné naissance, non seulement aux clades persistants de nos jours, mais aussi à des clades éphémères qui nous sont totalement inconnus. On peut constater que les axes, dans tous les arbres généalogiques qui ont été proposés, sont constamment vides de noms, ceux-ci étant toujours placés à l'extrémité de rameaux latéraux; cette carence n'est pas inexplicable; les espèces concrètes de liaison qui ont forcément existé étaient peut-être des êtres extrêmement petits, par exemple de la dimension de Tardigrades ou de Rotifères, sans aucun squelette interne ou externe, ou bien pélagiques à la manière des larves actuelles (3), de sorte que nous n'avons aucun espoir de les connaître comme fossiles; il n'y aurait rien de surprenant à ce que les espèces axiales et certains clades aient succombé devant la concurrence de clades plus spécialisés et mieux armés. Dans une certaine mesure, nous pouvons nous faire une idée de ce qu'étaient les espèces axiales intermédiaires entre deux clades voisins, en leur attribuant les caractères communs à ceux-ci; on a déjà fait quelques tentatives dans la voie de cette zoologie spéculative : les schémas de passage du Flagellé au Spongiaire et à la gastrule, du Cœlentéré au Cœlomate, du

(3) On regarde habituellement les larves cladiques comme de pures formes de dissémination; mais on peut croire aussi qu'elles reproduisent d'assez près (à part l'absence d'organes génitaux) la structure des espèces axiales; en effet, il y a bien des cas où les liaisons entre clades s'établissent d'une façon satisfaisante par la considération des ressemblances entre larves (par exemple *Auricularia* et *Tornaria*, Trochosphères).

Mollusque primitif, publiés dans divers Traités, sont des essais plus ou moins heureux pour reconstituer la partie inconnue, mais non inconnaissable, de l'arbre généalogique.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *La mouillabilité des surfaces solides.* Note (1) de M. **Henri Devaux.**

1. *Appréciation de la mouillabilité.* — Le champ d'action de la mouillabilité ne dépassant jamais une épaisseur moléculaire, le mode d'appréciation de la mouillabilité ordinairement employé est défectueux. On dit en effet qu'un corps est mouillable lorsque, par exemple, étant trempé d'eau, il ressort couvert d'une pellicule liquide adhérente. On dit qu'il est non mouillable lorsque, étant sorti de l'eau, il se montre sans aucune garniture liquide à sa surface. En réalité, l'existence d'une pellicule épaisse d'un liquide est toujours un phénomène momentané, tout à fait fugitif, quand la pellicule est entièrement libre (bulles), c'est-à-dire n'est pas soutenue par une surface solide et que le liquide est pur; mais instable également même quand la pellicule est soutenue par un support solide. Il est impossible d'avoir une lame d'eau polymoléculaire persistante sur une surface de verre même parfaitement propre. L'eau tend à se retirer en abandonnant à la fin une lame monomoléculaire à la surface du solide. C'est ce que j'ai pu démontrer par l'expérience.

Pour observer le phénomène, il ne faut pas employer une surface de verre nettoyée chimiquement, car cette surface est profondément modifiée. Il faut expérimenter sur une paroi de verre entièrement neuve. Par exemple, une surface d'un petit ballonnet de verre, récemment soufflé, reçoit quelques gouttes d'eau distillée. Si l'on promène cette eau un instant sur une portion de la surface, on peut voir que, quoique très mince, la pellicule formée conserve une limite visible devenant de plus en plus distincte, sous forme d'un bourrelet de rétraction qui se résout bientôt en gouttelettes isolées dont les bords sont flous. Ces gouttes se rassemblent et forment des traînées verticales s'écoulant vers la partie la plus déclive.

On peut aussi, en chauffant légèrement la petite masse d'eau, obtenir un nuage de vapeur, qui se condense aussitôt en une buée grossière sur les parois du ballonnet. Or cette buée résulte certainement de la résolution

(1) Séance du 27 décembre 1939.

d'une lame épaisse d'eau, déposée tout d'abord. On voit, en effet, que les gouttelettes qui la constituent confluent les unes avec les autres, devenant de plus en plus grosses et plus distantes : leur limite est floue, et à la fin elles donnent des traînées d'écoulement, ne laissant en apparence rien sur la surface du verre.

Ces phénomènes sont tout à fait semblables à ceux que présentent la production et l'évolution d'une lame épaisse d'huile, sur l'eau ou sur le mercure ([2]). L'extension de l'huile est tout d'abord très rapide, mais elle s'arrête vite, et la lame formée se rétracte bientôt à sa périphérie, sous forme d'un bourrelet presque aussitôt transformé en gouttelettes, tandis que d'autres colliers semblables apparaissent autour de trous de rétraction, de sorte que bientôt la lame entière est résolue en globules entre lesquels subsiste une lame monomoléculaire. La même série de phénomènes se produisant aussi pour l'eau sur le verre, extension puis rétraction aboutissant à des gouttelettes séparées, nous devons admettre qu'une couche monomoléculaire d'eau subsiste aussi à la surface du verre ; de sorte que *la seule phase définitivement stable d'une couche d'eau sur du verre serait la même que celle de l'huile sur l'eau, ce serait une couche monomoléculaire avec ou sans globules*.

J'ai vérifié expérimentalement qu'il en est de même de l'huile sur le verre.

Au reste, la couche monomoléculaire d'eau retenue ainsi par le verre est en tout cas très adhérente, très énergiquement retenue, à la façon des molécules de camphre ou de phénol par le mercure. Il est même probable qu'une petite quantité d'eau pénètre dans la masse même du verre, car ce n'est que par une dessiccation longtemps prolongée à chaud que Moissan, par exemple, a réussi à enlever au verre les dernières traces d'eau qu'il avait condensées.

II. *Appréciation d'une mouillabilité nulle ou très faible.* — Considérons maintenant une surface de verre garnie d'un enduit lipoïdique, par exemple d'une couche d'huile ou de cire fortement fixée au verre. Une telle surface se démouille rapidement dès qu'on la retire de l'eau. Il est certain que, dans ce cas, la surface ne retient pas même une couche monomoléculaire, toute pellicule aqueuse étant plus fortement attirée par l'eau déjà rassemblée que par la surface cireuse. Une goutte d'eau déposée sur cette surface se met ou reste en boule comme du mercure, mais cette sphère liquide ne

---

([2]) *P.-V. Soc. Fr. de Phys.*, 28 mars 1912, p. 36 à 39.

roule ni ne glisse à la surface, elle est complètement fixée par adhérence.

La différence fondamentale entre une mouillabilité parfaite d'un corps et une mouillabilité nulle d'un autre corps se manifeste donc dans une vitesse de démouillage après submersion. Si l'eau se retire très paresseusement, mais d'une manière continue, le mouillage est excellent, et le solide reste garni à la fin d'une pellicule monomoléculaire. Si l'eau se retire facilement, en laissant ou non des gouttes adhérentes, le mouillage est nul ou médiocre, aucune pellicule monomoléculaire d'eau ne subsiste sur le corps.

Ces deux types extrêmes de mouillabilité sont réalisés spécialement par les surfaces à molécules orientées, que l'on obtient artificiellement et que l'on rencontre aussi chez les êtres vivants. Plus l'orientation est générale et parfaite, plus les affinités superficielles pour l'eau sont régulières, qu'elles soient positives ou négatives.

III. *Nature composite des surfaces ordinaires des solides.* — Il est rare que les corps solides présentent des surfaces homogènes. Lors même qu'on a rafraîchi des surfaces, par coupure, cassure ou autrement, il y a de grandes probabilités pour que les pôles des molécules se présentent en désordre sur elles; les uns seront hydrophiles, les autres hydrophobes. L'ensemble constituera une mosaïque irrégulière et la mouillabilité globale résultera simplement de la prépondérance de l'un ou l'autre type d'affinité de chaque nature des pôles. On ne peut donc pas dire qu'une surface neuve, produite par cassure d'un bloc, sera nécessairement mouillable. Nous avons expérimentalement prouvé, en effet, que cette résultante est de l'hydrophobie dans le cas des métaux usuels, râpés sous l'eau ([3]), quoique leurs molécules aient aussi un pôle hydrophile ([4]), tandis qu'elle est de l'hydrophilie pour le verre fraîchement brisé ou pulvérisé.

La mouillabilité globale des surfaces usuelles ne peut être l'intermédiaire exact entre une hydrophilie parfaite et une hydrophilie nulle, *elle ne peut être une mouillabilité définie* parce que c'est un mélange topographiquement irrégulier de ces deux types extrêmes.

Ainsi s'explique l'adhérence remarquable des gouttes d'eau sur une vitre. Chacune d'elles est localement fixée par l'hydrophilie qu'elle y a rencontrée, mais elle ne peut s'écouler parce que, dès qu'elle tend à glisser, elle rencontre inévitablement des parties hydrophobes qui l'arrêtent.

([3]) *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 105.
([4]) *Bull. Soc. franç. Phys.*, **219**, 1925, p. 90 à 92 S.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une méthode d'étude de la radioactivité des roches*. Note de M. **Edmond Rothé** et Mme **A. Hée**.

Depuis 1935, date à laquelle nous avons fait connaître nos premières prospections par les rayons pénétrants, nous avons montré par de nombreux exemples les avantages de cette méthode qui apporte aux géologues de nouveaux éléments d'informations (1). L'électroscope que l'un de nous avait fait spécialement construire pour l'étude des rayons pénétrants (2), s'étant montré moins commode sur le terrain que l'appareil Kolhörster où la feuille d'or trop fragile est remplacée par des bouclettes de quartz plus résistantes, c'est avec ce dernier instrument que nous travaillons depuis 1935, le même que divers géologues ont récemment utilisé en appliquant la même méthode. Un modèle modifié plus directement approprié au but proposé est en cours d'exécution.

Au cours de toutes nos recherches nous avons recueilli des échantillons au lieu même où l'ionisation était mesurée et nous en avons contrôlé la radioactivité au laboratoire par leurs rayons α. Nous avons ainsi examiné près de 200 roches d'Alsace et des Vosges, étendu ensuite nos mesures à des échantillons de provenances diverses, Morvan, Écosse. Nous avons mesuré l'activité d'une quarantaine de laves et de roches diverses du Plateau Central, celle d'échantillons soigneusement repérés provenant de la Montagne Pelée et du volcan de la Réunion, que M. A. Lacroix a bien voulu nous communiquer; celle de laves du Vésuve, transmises par M. Signore. Enfin, grâce à M. Robertson, d'Edimbourg, nous avons pu aussi étudier les différentes couches qui figurent sur la carte du volcan fossile Arthur's Seat, dressée par le *Geological Survey*.

Dans la Note actuelle, nous nous proposons d'indiquer le principe de la méthode que nous désignerons sous le nom de *méthode des couches d'épaisseurs variables*. Elle conduit pour chaque échantillon à une courbe de forme caractéristique, qui permet de procéder à un classement et de se faire tout au moins une idée générale des proportions des corps radioactifs, familles

(1) *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 892; *Ass. Franç. Av. Sc.*, Nantes, 1935, p. 275; *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 268; *Ass. Franç. Av. Sc.*, Marseille, 1936, p. 222; *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 1835; *Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg*, 3e partie, Géophysique, 1939, p. 7.

(2) 67e *Congrès des Sociétés Savantes*, Paris, 1934, p. 246.

thorium et uranium-radium, contenues dans l'échantillon considéré. L'intérêt de ces recherches ne consiste pas à obtenir des *moyennes aujourd'hui bien connues;* il n'importe pas non plus de connaître la *valeur absolue et précise* de la teneur déterminée avec tout le soin désirable par les émanations dans des laboratoires spécialisés, mais il nous semble qu'il convient plutôt de s'attacher aux ordres de grandeur qui caractériseront certaines couches ou roches.

On commence par pulvériser la substance aussi finement que possible et on la passe au tamis fin; on la répand ensuite sur des disques en laiton à rebord semblables à ceux qui constituent les supports d'étalons à oxyde d'uranium. Ces disques de surface constante conviennent à des quantités différentes de matière, donc à des *épaisseurs différentes :* les rebords sont respectivement 1^{mm} pour les masses de $0^{g},5$ et 5^{g}, 3^{mm} pour 18^{g}, 5^{mm} pour 30^{g}. On les dispose successivement dans le condensateur approprié surtout aux rayons α, sur des disques supports tels que la surface rayonnante se trouve toujours à la même distance des armatures du condensateur et que la capacité demeure sensiblement la même quel que soit le disque en usage. Nous avons employé la méthode de déviation en mesurant le déplacement du spot d'un électromètre à quadrants pendant le même nombre de minutes; nous mesurions d'autre part le temps nécessaire au spot pour parcourir un nombre déterminé de divisions de l'échelle sous l'influence d'un étalon à oxyde d'uranium. On sait que ces données permettent d'exprimer les activités des substances en fonction de celle de l'étalon.

Ce sont ces chiffres que l'on portera en ordonnées; en abscisses se trouvent les masses utilisées en grammes, ce qui revient, comme cela a été dit, à étudier les variations d'effets en fonction des diverses épaisseurs de la substance.

Nous indiquerons tout de suite que des mesures de contrôle ont été exécutées avec des substances préparées artificiellement : *a*, nitrate de thorium (produit préparé depuis plus de 25 ans), dissous dans un sel inactif, teneur $3,77.10^{-5}$ g. par gramme; *b*, chlorure de Ra dissous dans du chlorure de Ba $52,2.10^{-12}$ g. Ra élément par gramme. Pour la substance *a* au thorium, les chiffres obtenus se rangent à peu près sur une droite d'autant plus inclinée sur l'axe des abscisses que la teneur en thorium est plus grande. Au contraire, pour la substance *b* au radium, on obtient une branche de courbe ascendante, mais, pour les masses supérieures d'abord à quelques grammes, la courbe se termine par un palier montrant qu'à partir d'une certaine épaisseur le rayonnement ne dépend que de la partie superficielle de la préparation. Ces comportements si différents ne peuvent pas seulement être attribués aux différences de parcours et de pouvoir absorbant, mais il convient de faire intervenir dans leur explication les

différences des vies moyennes et les propriétés physiques des émanations correspondantes telles que la facilité de diffusion. Il est clair que, si l'on prépare par synthèse des substances contenant des quantités déterminées de thorium et de radium, on obtiendra des courbes intermédiaires dont le début est incurvé tandis que la portion finale est rectiligne, l'inclinaison étant fonction de la quantité de thorium.

Or ce sont des courbes de ce genre que fournissent les roches naturelles dont nous donnons ci-dessous quelques exemples typiques ou plutôt la possibilité de les construire à l'aide des données du tableau.

Activité en unités d'uranium.

Masse	0g,5	5g	18g	30g
Granite du Brezouard à deux micas	21,1	42,2	97,5	121,7
Granite de Bonnefontaine	26,7	71,1	111,9	169,8
Basalte de Riquewihr	13,7	24,3	61,2	76,4
Basalte d'Orbey	32,0	120,8	480,3	689,9
Phonolite de la Roche Sanadoire	42,9	146,3	345,1	500,7
Granite de Raon amphibolique	46,6	196,2	537,0	859,4
Granite de Brifosse, Sainte-Marie-aux-Mines	92,6	240,9	432,2	579,2
Granite de Kagenfels	159,6	374,3	963,5	1382,4
Argile de Saint-Michel-sur-Meurthe	752,2	2076,8	3248,9 (a)	6154,9 (b)
	166,6	681,0	1266,1 (a)	2239,8 (c)
Andésite labradorique, Tellicoultry	7,7	12,6	23,2	38,6
Lave du Vésuve, coulée du 23 mai 1937	100,8	127,6	133,0	148,5
Pouzolane de la Somma	45,2	79,3	128,9	173,9
Trachyte (Chapelle de Cilaos), La Réunion	20,9	29,8	107,3	161,2
Dacite des Pitons du Carbet (Pont de l'Alma), Martinique	ε	2,9	23,2	37,7

(a) Pour 10g; (b) pour 21g,5; (c) pour 20g.

L'ensemble des résultats dont sont extraits ces quelques exemples sera discuté en détail quand il aura été possible de compléter des étalonnages nécessaires. Cette discussion, à laquelle on travaille actuellement, conduira sans doute à une méthode d'analyse approximative rapide.

M. Selman A. Waksman fait hommage à l'Académie de divers Mémoires relatifs à la *Pédologie*, la *Microbiologie du sol* et la *Chimie microbienne*.

CORRESPONDANCE.

M. **Maurice-Marie Janot** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Sur les paratingentes de rang strictement pair des orthosurfaces.* Note de M. **Jean Mirguet**, présentée par M. Élie Cartan.

1. La présente Note poursuit l'étude des orthosurfaces Σ dont les paratingentes de rang supérieur au premier sont, en chaque point, en nombre fini. L'intérêt de ces surfaces a été signalé par M. Bouligand ([1]). A leur sujet, j'ai montré ici même ([2]) qu'en un point d'une surface où les paratingentes de rang supérieur sont en nombre fini, le contingent (ctg) est convexe et que, dans le cas particulier des surfaces Σ, le ctg, en chaque point, est un plan, un dièdre ou un polyèdre convexe.

Il s'agit, dans ce nouveau travail, d'envisager les surfaces Σ dont les paratingentes de rang supérieur ne sont pas toutes de rang infini (comme sur l'hyperboloïde), mais dont certaines au moins sont de rang limité (jante du tore). Le résultat envisagé concerne les *paratingentes de rang strictement pair*, c'est-à-dire qui sont de rang $2k$ sans être de rang $2k+1$, et en voici l'énoncé :

Sur les surfaces possédant partout un nombre fini de paratingentes de rang supérieur au premier, il existe, en chaque point, au plus deux paratingentes de rang strictement pair, sauf, peut-être, sur un ensemble dénombrable de points.

2. La démonstration de cette proposition repose, d'abord, sur les propriétés de tangence des paratingentes de rang strictement pair des Σ. Soit Δ une direction de droite exclue du ptg ordinaire d'une Σ en un point M ; du fait qu'en M figure un nombre fini de paratingentes de rang supérieur résulte : 1° que tout plan issu de Δ coupe le ctg suivant *deux demi-tg* MT_1 *et* MT_2 *situées de part et d'autre de* Δ ; 2° toute paratingente, ordinaire ou non, en M est située *nécessairement dans un plan d'appui* du ctg.

([1]) *Introduction à la Géom. Inf. Directe*, Paris, 1932, § 118 à 128.

([2]) *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 1218 ; Cf. *Acta Mathematica*, 168, 1937, p. 293.

Soit P le plan déterminé par Δ et une paratingente D de rang strictement pair; D porte au moins une des demi-tg de Σ situées dans P : autrement, d'après 2°, les droites presque parallèles à D, du voisinage de M, devraient traverser la surface un nombre pair de fois, ce qui ne peut se concilier avec la parité du rang de D. De plus, et pour la même raison, l'intersection ΣP est, non seulement tangente à D, mais la coupe : si un angle (MT_1, MT_2) est inférieur à π, ΣP est extérieure à cet angle au moins le long de la demi-tg portée par D; si $(MT_1, MT_2) = \pi$, ΣP a une inflexion en M.

Essentielle est la réciproque partielle suivante : dans le cas où un angle (MT_1, MT_2) est inférieur à deux droits, si l'intersection n'est pas tout entière à l'intérieur de cet angle, mais lui est extérieure, dans un voisinage fini de M, le long au moins de MT_1, le support de MT_1 est une paratingente *seconde*. Dans le cas de $(MT_1, MT_2) = \pi$, si l'intersection coupe le support de MT_1 et MT_2, ce support est une paratingente *seconde*. Mais on ne peut rien affirmer, ni infirmer d'un rang supérieur des supports des demi-tg.

3. En s'appuyant alors sur ces propriétés de tangence et leur réciproque partielle, on va limiter à *une* le nombre des paratingentes de rang strictement pair tangentes le long d'une même face du ctg dièdre ou polyédrique.

Supposons que deux paratingentes de rang strictement pair portent deux demi-tg MT_1 et MT_2 d'une même face du ctg dièdre ou polyédrique; sur cette face il existe (à l'intérieur et à l'extérieur de l'angle MT_1, MT_2 inférieur à deux droits) des demi-tg $M\mathfrak{T}_i$ non supportées par des paratingentes de rang supérieur. Donc, au voisinage de M, les intersections de Σ par les demi-plans $\Delta M\mathfrak{T}_i$ sont intérieures au ctg, tandis que les intersections de Σ par les demi-plans ΔMT_1 et ΔMT_2 sont extérieures à ce ctg. Soit alors un plan π_i qui tend vers M en rencontrant ces ΔMT_1, ΔMT_2 et $\Delta M\mathfrak{T}_i$ et en n'étant parallèle à aucune paratingente de rang supérieur en M. *Les propriétés de continuité et de convexité* de l'intersection de π_i et de Σ sont incompatibles avec les situations, par rapport au ctg, des intersections de Σ et des demi-plans ΔMT_1, ΔMT_2 et $\Delta M\mathfrak{T}_i$. Donc, l'existence de deux paratingentes de rang strictement pair le long de la même face est impossible.

4. Dans le cas du ctg plan, les propriétés de tangence énoncées prouvent que le ctg coupe la surface, suivant un certain nombre de continus (quatre au maximum), chacun limité à M et à demi-tg unique en M. Les demi-tg d'intersection, ainsi définies, doivent être opposées, si elles sont quatre, et une paratingente de rang strictement pair qui, dans

ce cas, ne porterait pas deux d'entre elles, introduirait une infinité de paratingentes au moins secondes.

Ceci posé, s'il existe deux paratingentes de rang strictement pair $D_1MD'_1$ et $D_2MD'_2$ sur le ctg, les sections de Σ par les plans définis par Δ et chacune de ces deux paratingentes coupent en M le plan tangent et, par suite, il y a une demi-tg d'intersection *dans l'un des quatre angles* $< \pi$ formés par $D_1MD'_1$ et $D_2MD'_2$; dans $D_1MD'_2$, par exemple, *et dans son opposé*. Un plan P, issu de Δ, qui coupe le plan tangent suivant une droite intérieure à l'angle D_1MD_2 ($< \pi$) et à son opposé, peut être choisi pour que la section de Σ par P soit, près de M, d'un seul côté du plan tangent; donc, cette section par P entraîne *deux nouvelles* demi-tg d'intersection qui, d'après ce qui précède, interdisent une troisième paratingente de rang strictement pair.

En résumé, la présence de plus de deux paratingentes de rang strictement pair est impossible dans le cas du ctg dièdre ou plan et, comme le ctg polyédrique est strictement convexe, il suffit d'invoquer le critère de dénombrabilité de M. Denjoy pour obtenir la proposition annoncée.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Propriétés des faisceaux* $f(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$ *de parcours négatifs* V (¹) *des fonctions entières*. Note de M. **Lucien Hibbert**, présentée par M. Paul Montel.

Soit $f(z)$ la fonction déduite d'une fonction entière en ramenant le point singulier essentiel en A à distance finie : $R = |f(z)|$; $V = \arg f(z)$; $\overrightarrow{R} \equiv$ parcours positif R; $\overleftarrow{R} \equiv$ parcours négatif R; $\overrightarrow{V} \equiv$ parcours positif V; $\overleftarrow{V} \equiv$ parcours négatif V.

Appelons $\overrightarrow{bc}$ un arc de parcours positif gauche $\overrightarrow{R}$; sur $\overrightarrow{bc}$, construisons $f(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$. Soit e un point de $\overrightarrow{bc}$, menons $\overleftarrow{V}_e$; les cas possibles sont : 1° $\overleftarrow{V}_e$ conduit au point $R = 0$ sans rencontrer ni un point j, ni le point A; 2° $\overleftarrow{V}_e$ rencontre un point j : à partir de ce point, il se subdivise en $\overleftarrow{V}_{ed}$ et $\overleftarrow{V}_{eg}$, qui conduisent en $R = 0$ sans rencontrer A; 3° $\overleftarrow{V}_e$ conduit en A sans

(¹) Pour les propriétés des courbes $\log R =$ const., $V =$ const., voir *Comptes rendus*, **205**, 1937, p. 1121; **207**, 1938, p. 894 et 961.

rencontrer de point j, et A n'est pas un point de cassure pour lui, $\overleftarrow{V}_e$ s'arrête en A ; 4° $\overleftarrow{V}_e$ conduit en A sans rencontrer de point j ; A est point de cassure pour lui soit à droite, soit à gauche, soit des deux côtés à la fois ; à partir de A, $\overleftarrow{V}_e$ peut présenter les configurations suivantes : a. $\overleftarrow{V}_e$ quitte A suivant une branche unique pour aller s'arrêter en $R=0$ en dehors de A ; b. $\overleftarrow{V}_e$ décrit un nombre fini de boucles fermées en A avant d'aller en $R=0$ distinct de A ; c. $\overleftarrow{V}_e$ décrit un nombre fini ou infini de boucles fermées avant de s'arrêter en A ; 5° $\overleftarrow{V}_e$ rencontre un point j ; $\overleftarrow{V}_{ed}$ à droite et $\overleftarrow{V}_{eg}$ à gauche admettent A comme point de cassure ; on retrouve les configurations décrites dans le troisième et le quatrième cas, qui précèdent.

Indiquons maintenant les variétés possibles de faisceaux $f(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$: 1° tout parcours $\overleftarrow{V}$ aboutit en $R=0$ distinct de A ; $f(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$ se subdivise en un nombre fini de faisceaux $f_K(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$, dans un faisceau $f_k(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$ tout parcours $\overleftarrow{V}_e$ aboutit au sommet du faisceau avec $R=0$; 2° $\overleftarrow{V}_e$ aboutit en $R=0$ distinct de A ; mais les points $R=0$ de $f(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$ admettent A comme point limite ; $\overleftarrow{V}_{bd}$ ou $\overleftarrow{V}_{cg}$ ou les deux vont en A et s'arrêtent en ce point. Appelons $g_1, \ldots, g_n, \ldots$ les points de $\overrightarrow{bc}$ origines de parcours $\overleftarrow{V}_{g_1}, \ldots, \overleftarrow{V}_{g_n}, \ldots$, qui passent au moins par un point j, l'ensemble $E(g_1, \ldots, g_n, \ldots)$ admet b ou c, ou b et c comme points limites. Soient $W_{j_{g_1}}, \ldots, W_{j_{g_n}}, \ldots$ les valeurs de $W=f(z)$ aux points $j_{g_1}, \ldots, j_{g_n}, \ldots$; rangeons les $W_{j_{g_i}}$ dans un ordre non croissant ; si W_g est une valeur d'accumulation des $W_{j_{g_i}}$, $W_g \neq 0$, son argument est V_b ou V_c, suivant que W_g correspond à des points g_i sur $\overrightarrow{bc}$ qui admettent b ou c comme points limites. Le faisceau $f(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$ est un faisceau $f_V(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$ ([2]). Si $W_g \neq 0$ n'existe pas sur $\overleftarrow{V}_{cg}$ et $\overleftarrow{V}_{bd}$, on arrive en A avec $R=0$.

3° $\overleftarrow{V}_{bd}$ ou $\overrightarrow{V}_{cg}$, ou les deux à la fois, vont en A, et le quittent soit immédiatement, soit après un nombre fini de boucles fermées en A pour

---

([2]) Sur les faisceaux $f_k\left[\overrightarrow{V}, \overrightarrow{bc}\right]$, et $\left[\overrightarrow{V}, \overrightarrow{be}\right]$, voir *Comptes rendus*, **209**, 1939, p. 287, 718 et 783.

aller en $R=0$ distinct de A; tout $\overleftarrow{V}_e$ aboutit en un $R=0$ distinct de A. Le faisceau $f(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$ se décompose en un nombre fini de $f_k(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$; 4° $\overleftarrow{V}_{cg}$ ou $\overleftarrow{V}_{bd}$, ou les deux à la fois, s'arrêtent en A après un nombre fini ou infini de boucles fermées en A; tout $\overleftarrow{V}_e$ aboutit en un $R=0$ distinct de A; les points $R=0$ admettent b ou c, ou b et c comme points limites. On retrouve le cas 2° précédent, $f(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$ est un $f_V(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$; 5° $\overleftarrow{V}_{bd}$, $\overleftarrow{V}_{cg}$, ainsi que tout parcours $\overleftarrow{V}_e$ de $f(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$, aboutit en A et s'arrête en A soit directement, soit après un nombre fini ou infini de boucles fermées en A. Soient $g_1, g_2, \ldots, g_n, \ldots$ les points de $\overrightarrow{bc}$ origines de parcours $\overleftarrow{V}_{g_i}$ qui rencontrent un point $\overset{>}{j}$, ou admettent A comme point de cassure, ou à la fois rencontrent un point j et admettent A comme point de cassure; si l'ensemble $E(g_i)$ est fini, $f(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$ est la réunion d'un nombre fini de faisceaux $f_k(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$; si, au contraire, $E(g_i)$ est infini, $f(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$ est un $f_V(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$. Soit alors $E_c(g_i)$ l'ensemble complémentaire de $E(g_i)$ sur $\overrightarrow{bc}$ et partout dense sur $\overrightarrow{bc}$, les parcours $\overleftarrow{V}$ de $f(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$ appartenant aux points de $E(g_i)$ conduisent tous en A avec $R=0$.

Il est impossible de trouver une fonction entière dont tous les points $R=0$ soient distincts de A, sans admettre A comme point limite. En effet, les $R=0$ seraient en nombre fini et la fonction entière se réduirait à un polynome. Les points $R=0$ des parcours $\overleftarrow{V}$ de $f(z)$ sont donc soit en A, soit en dehors de A avec A comme limite, soit en A et en nombre fini en dehors de A, soit en A et en nombre infini en dehors de A avec A comme limite. Il existe ainsi pour toute fonction entière une infinité de chemins $\overleftarrow{V}$ qui conduisent à la valeur $W=0$ de $W=f(z)$, soit en A, soit en dehors de A avec A comme point limite.

Appelons W_0, $W.\infty$, une valeur particulière de la fonction $w=f(z)$, la fonction $W_1=f(z)-w_0$ jouit de la propriété précédente et l'on a :

THÉORÈME. — *Il existe pour la valeur* $W_0=0$ *de* $W=f(z)$, *même quand* W_0 *est une valeur exceptionnelle absolument générale, une infinité de parcours* $\overleftarrow{V}$, *qui conduisent à cette valeur de* W_0 *de* $w=f(z)$; *dans le cas où* W_0 *fini n'est pas nul,* $W_0 \neq 0$, *les chemins spéciaux qui conduisent à cette valeur sont des parcours* $\overleftarrow{V}$ *de* $W_1=f(z)-W_0$.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur la théorie des défauts.*
Note de M. **Henri Milloux**, présentée par M. Paul Montel.

1. Soit $f(x)$ une fonction méromorphe dans le plan x; et soient $a_1, \ldots, a_i, \ldots, a_p$ et $b_1, \ldots, b_j, \ldots, b_q$ deux suites de constantes complexes finies, distinctes entre elles à l'intérieur de la même suite. De plus, la deuxième suite est astreinte à ne pas contenir la valeur zéro.

Soit f' la dérivée première de la fonction f. Posons

$$\Phi = (f - a_1)\ldots(f - a_p).$$

L'utilisation de l'identité

$$\Phi = \frac{\Phi}{f'} f'$$

conduit à l'inégalité

$$(1)\qquad p\,T(r, f) < T(r, f') + \sum_1^p N\left(r, \frac{1}{f - a_i}\right) - N\left(r, \frac{1}{f'}\right) + S(r),$$

où le terme complémentaire $S(r)$ jouit des mêmes propriétés que le terme complémentaire de la deuxième inégalité de R. Nevanlinna.

Cette dernière inégalité, appliquée à f', donne

$$(2)\qquad q\,T(r, f') < \overline{N}(r, f) + N\left(r, \frac{1}{f'}\right) + \sum_1^q N\left(r, \frac{1}{f' - b_j}\right) - N\left(r, \frac{1}{f''}\right) + S_1(r),$$

où $\overline{N}(r, f)$ désigne l'indice *réduit* des pôles de la fonction f.

Diverses combinaisons des inégalités (1) et (2) fournissent des propriétés nouvelles des fonctions méromorphes et de leurs dérivées.

2. On peut d'abord éliminer $T(r, f')$. Le résultat obtenu permet de majorer $T(r, f)$ en fonction de $\overline{N}(r, f)$ et des indices de densité des zéros des $f - a_i$ et des $f' - b_j$. En particulier, pour $p = 1 = q$, on obtient la limitation

$$(3)\qquad T(r, f) < \overline{N}(r, f) + N\left(r, \frac{1}{f - a}\right) + N\left(r, \frac{1}{f' - b}\right) + S_2(r).$$

Comme le montre l'exemple de e^x, l'inégalité (3), plus précise qu'une inégalité analogue récente [1], est la meilleure qu'on puisse obtenir dans ce genre.

(1) Voir H. Milloux, *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 31.

Reprenant le cas général de p et q quelconques, on est amené à introduire le *défaut relatif de b_j*, qui est la quantité

$$1 - \overline{\lim} \frac{N\left(r, \frac{1}{f'-b_j}\right)}{T(r, f)}.$$

Le résultat de l'élimination de $T(r, f')$ entre (1) et (2) s'interprète alors simplement. Le cas de $q = 1$ fournit un résultat encore plus simple :

Désignons par d la somme des défauts de toutes les valeurs de la fonction f. Le défaut relatif de toute quantité b finie et différente de zéro est inférieur ou égal à $2 - d$.

Rappelons que d est au plus égal à 2. Dans le cas de l'égalité, tout défaut relatif est donc négatif ou nul.

3. Ce dernier résultat suggère l'idée de revenir à la notion habituelle de défaut, que nous appellerons, pour f', le *défaut absolu* (il est compris entre 0 et 1). D'autres combinaisons des inégalités (1) et (2) ne font intervenir que les défauts absolus de la dérivée f'. Citons, entre autres résultats, le suivant, éclairé par l'exemple de e^z :

Soit $f(x)$ une fonction méromorphe dans le plan, possédant des valeurs exceptionnelles au sens de Nevanlinna, comprenant l'infini. On suppose que le défaut de l'infini est égal à 1 et que la somme des défauts est aussi égale à 1.

Alors, sauf pour l'infini et peut-être aussi pour 0, le défaut absolu d'une quantité quelconque b par rapport à la dérivée f' est toujours nul. Autrement dit : b ne peut pas être, pour f', une valeur exceptionnelle au sens de Nevanlinna.

4. Les méthodes utilisées s'appliquent :

1° Dans le cas du remplacement de la dérivée f' par une combinaison linéaire et homogène, à coefficients constants ou méromorphes, de la fonction f et de ses l premières dérivées.

2° Dans l'étude des fonctions méromorphes dans un cercle.

COSMOGONIE. — *Sur l'âge du système solaire.*

Note [1] de M. Constantin Popovici, présentée par M. Louis de Broglie.

1. Notre but est de donner une majorante sur l'âge du système solaire, en nous servant des variations séculaires, dues à la répulsion de la lumière.

---

(1) Séance du 27 décembre 1939.

des éléments des orbites planétaires, telles que nous les avons établies dans un travail il y a presque 17 ans [2]. Rappelons d'abord, pour nous en servir, certains résultats de ce travail. Supposons le Soleil centre fixe de l'attraction gravifique et de la répulsion de la lumière sur une planète opaque, que l'action s'exerce par ondes ou tout autre mécanisme. Soient A l'attraction, R la répulsion qui se propagent respectivement avec les vitesses V et c. Nous aurons la force

$$(1)\qquad F = -\frac{k}{r^2}\left(1 + \varepsilon\frac{dr}{dt}\right), \qquad k = A - R, \qquad \varepsilon = \frac{1}{A - R}\left(\frac{R}{c} - \frac{A}{V}\right),$$

et si l'attraction est instantanée $\varepsilon = R/c(A - R)$.

En appliquant la formule de Binet on trouve la trajectoire

$$(2)\qquad \begin{cases} \dfrac{1}{r} = \dfrac{1}{p} + \dfrac{\eta_0}{p} e^{-\alpha\theta} \sin\sqrt{1 - \alpha^2}(\theta - \theta_0), \\ p = \dfrac{C^2}{k}, \qquad \alpha = \varepsilon\dfrac{C}{2p} = \varepsilon\dfrac{k}{2C}, \qquad r^2\dfrac{d\theta}{dt} = C, \end{cases}$$

trajectoire retrouvée par M. Armellini [3].

Il en résulte de (1) et (2) que les éléments de l'orbite keplérienne auront à cause de la répulsion de la lumière les variations séculaires (après n demi-tours)

$$(3)\qquad \eta = \eta_0 e^{-\alpha n\pi}, \qquad a_n = a_0\frac{1 - \eta_0^2}{1 - \eta_0^2 e^{-2n\pi\alpha}},$$

Soit ρ le diamètre du globe de la planète; A est proportionnel à ρ^3 et R à ρ^2, donc $R = \lambda A/\rho$. On sait que l'attraction gravifique est équilibrée par la pression de la lumière pour les corpuscules opaques de grosseur d'environ un micron; donc, si ρ est exprimé en microns $\lambda = 1$, alors

$$k = A\left(1 - \frac{1}{\rho}\right), \qquad \varepsilon = \frac{1}{c(\rho - 1)}.$$

2. Maintenant voilà le critère qui nous servira pour donner une majorante de l'âge du système solaire, c'est-à-dire un maximum du temps écoulé depuis que la dernière planète Mercure a été constituée par le rétrécissement de la nébuleuse solaire. Nos vieilles formules (3) montrent

---

(2) *Bulletin Astronomique, Mémoires et Variétés*, Paris, 3, 1923, p. 257-261. Voir aussi *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 2052.

(3) *Rendiconti Ac. Lincei*, 26, 1937, p. 609.

que l'excentricité diminue à cause du mécanisme de propagation de la lumière. Or l'excentricité de Mercure est 0,21, tandis que celle de Vénus est 0,007. Le rapport de leurs excentricités est 30, tandis que celui de leurs révolutions sidérales est 0,35; donc si l'âge du système solaire eût été sans limite, Mercure a dû toucher et même dépasser l'orbite de Vénus (et même de toute autre planète), ce qui n'est pas admissible; ce serait improbable, même avec les perturbations qu'il aurait pu subir. Nous aurons donc une majorante de l'âge du système solaire en calculant le temps depuis que Mercure aurait pu atteindre l'orbite de Vénus. Nous aurons pour Mercure, après n tours, l'excentricité

$$(4) \qquad \eta = \eta_0 e^{2n\alpha\pi}, \qquad \alpha = \frac{\varepsilon c}{2p} = \frac{\varepsilon 2\pi a}{4T\sqrt{1-\eta_0^2}} = \frac{v}{4c(\rho-1)\sqrt{1-\eta_0^2}},$$

car ρ est très grand (le diamètre de Mercure en microns) et $\sqrt{1-\eta_0^2} = 0,99$. On a ensuite

$$\frac{v}{c} = \frac{1}{6000} \qquad \text{et} \qquad \rho = 0,37\frac{4.10^{13}}{2\pi}, \qquad \text{donc} \quad \alpha = \frac{\pi}{240,36.10^{13}}.$$

Pour un siècle, on a 416 tours, donc

$$2\pi\, 416\alpha = \frac{104}{111}\,\frac{1}{4.10^{13}}.$$

On en déduit, vu (3) et (4), que : il y a 3.10^{13} siècles, l'excentricité de Mercure était $0,21 e^{0,76} = 0,45$, sa distance périhélie était 0,7, et alors Mercure eût heurté Vénus ([3]). Sa distance aphélie 0,24. Si Mercure s'était détaché du Soleil alors, le diamètre du Soleil aurait été environ 50 fois plus grand qu'aujourd'hui.

3. Cette majorante 3.10^{13} siècles doit être de beaucoup réduite, car la radiation du Soleil depuis des milliards d'années a été incomparablement plus forte qu'aujourd'hui. Il faut tenir compte de la théorie évolutive de Russel et Lockyer. Choisissons pour unités de température T, de diamètre du Soleil d, de pression de radiation du Soleil p, de temps T, respectivement : 6000 degrés, le diamètre et la pression de radiation actuels du Soleil, le milliard de siècles et admettant, ce qui est très probable, que le Soleil a passé en moyenne par les états suivants, nous aurons en tenant compte de la lo ide Stefan $p = p_0 \tau^4 d^2$, le tableau ci-après :

([3]) Ou Mercure était un satellite de Vénus que le Soleil eût capté.

T........	1.	1,5.	2.	2.	2.	2.	2.	1,5.	1,2.	1.
d............	1	2,5	4	7,5	10	12,5	15	17,5	20	25
p............	1	32	400	900	1600	2512	3600	1560	840	625
T............	3.10^4	980	70	34	18	12	8	20	35	48.

T désignant l'intervalle qu'il faut respectivement pour chaque état du Soleil pour réduire la distance aphélie de Mercure de 0,7 à la valeur actuelle 0,48. On voit que la plus grande partie de cette besogne a été accomplie pendant les huit plus anciens états du Soleil. La moyenne de T pour ces huit états est 22 milliards de siècles, ce qui nécessiterait un milliard et demi de siècles d'action pour chaque état. *Cette majorante de T tombe bien entre deux autres déterminations de l'âge du Soleil.* Ainsi d'après les théories de M. Jean Perrin et l'Évolution inorganique de Lockyer, la condensation d'atomes d'hydrogène en atomes chimiques suffit pour entretenir le rayonnement solaire au taux actuel pendant 113 milliards d'années; d'autre part en tenant compte de la dématérialisation du Soleil en énergie rayonnante, le Soleil éclairera encore 150 milliards de siècles (4); mais alors que serait-ce si nous considérions que sa masse a été plus grande!

PHYSIQUE. — *Méthode très générale pour étudier le début des perturbations régies par les équations aux dérivées partielles de la physique mathématique. Application à la chaleur et à l'hydrodynamique.* Note (1) de M. **Pierre Vernotte**, présentée par M. Aimé Cotton.

Nous avons montré (2) l'intérêt considérable que présentait, surtout pour l'étude au voisinage de $x=0$, l'expression des solutions des équations aux dérivées partielles en z et x au moyen du groupement $u=z:x^{\rho}(p>0)$. Un procédé très simple, que nous avons exposé, permet de reconnaître immédiatement la possibilité de telles solutions, et nous avons indiqué que, dans les autres cas, on pouvait former un développement $\Sigma x^{rq} f_q(u)$ pour remplacer la simple fonction f. Nous voudrions ici, en précisant ce dernier point, montrer comment on cherche

(4) Bosler, *Astrophysique*, p. 241-243.

(1) Séance du 27 décembre 1939.

(2) *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 1712.

le développement, et avec quelle remarquable généralité il conduit à la solution de problèmes de physique mathématique.

Soit V la fonction cherchée. En faisant abstraction, comme nous l'avons dit, du symbole ∂, on écrit l'équation sous la forme symbolique

$$(1)\qquad F(V) + \Sigma\Phi(V) z^m x^{-n} = 0.$$

Si l'on pose $z^a x^{-b} = u^a$, le terme général s'écrira $\psi(V, u) x^{\frac{mb}{a} - n}$, m, n, a, b étant entiers.

D'autre part, comme pour tenir compte du caractère non homogène en z et x du premier membre de (1), il faut se donner V sous la forme d'un développement $\Sigma x^{rq} f_q(u)$, qui permet aussi de s'accommoder de certaines formes de conditions aux limites, le terme général, après substitution, contiendra x avec l'exposant $(\lambda r + mb : a - n)$, λ étant un entier positif; et F(V) donnera des termes en $x^{\mu r}$, μ étant aussi un entier positif.

Or, pour que le développement puisse représenter V pour les petites valeurs de x, il faut que r soit positif. Les exposants μr sont donc positifs; comme, pour satisfaire à l'équation (1), on doit compenser les termes venant de F(V) par des termes venant de $\Sigma\Phi(V) z^m x^{-n}$, il en résulte que la suite des exposants μr et celle des exposants $(\lambda r + mb : a - n)$ doivent se confondre; en particulier, toutes les valeurs $(mb : a - n)$ doivent être positives ou nulles, c'est dire que l'on doit prendre pour $a : b$ la plus petite des valeurs de $m : n$; et r est égal à $a : b$. Le développement cherché pour la solution est donc formellement possible; on sait le former, et l'on peut présumer sa convergence pour les valeurs de x suffisamment petites.

Les solutions considérées conviennent particulièrement (z est une coordonnée d'espace, x est le temps) à l'étude des *premiers* instants d'une perturbation (thermique ou cinématique par exemple) dans un milieu *indéfini*. Il se trouve qu'on peut aborder de la même façon le problème du *mur*, si les données aux limites sont les mêmes sur les deux faces [3]. Il suffit d'écrire $X = z - z^2$ (X est nul pour $z = 0$ et $z = 1$), si les faces du mur sont les plans $z = 0$ et $z = 1$, et de poser $u = X : x^p$. Le calcul est très simple parce que le carré de la dérivée de X par rapport à z s'exprime linéairement au moyen de X.

---

[3] Cette condition n'est pas impérative. Par exemple, si l'on voulait étudier l'établissement d'une perturbation dans le mur, qui serait nulle initialement à l'intérieur, et serait maintenue égale à 0 pour $z = 0$, et à A pour $z = 1$, on calculerait comme il est dit une solution correspondant aux valeurs initiales $-Az$ à l'intérieur, et à la valeur 0 maintenue sur les deux faces, et l'on ajouterait Az à cette solution.

Soit par exemple à étudier la convection de la chaleur à partir d'un mur indéfini dont les deux faces sont léchées par le même courant fluide dont la vitesse, en fonction de z, sera forcément exprimée par une série procédant suivant les puissances de X, et commençant par X. L'équation aux dérivées partielles sera de la forme

$$\frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = (AX + BX^2 + CX^3 + \ldots)\frac{\partial V}{\partial x}.$$

Avec la nouvelle variable X, elle devient

$$\frac{\partial^2 V}{\partial X^2} - 4X\frac{\partial^2 V}{\partial X^2} - 2\frac{\partial V}{\partial X} = (AX + BX^2 + CX^3 + \ldots)\frac{\partial V}{\partial x},$$

ce qu'on écrit symboliquement

$$V - VX + \sum_{3}^{\infty} VX^m x^{-1} = 0.$$

La plus petite valeur de $m:n$ est 3. Il faut donc prendre $p = 1/3$, et $z = 1/3$.

On peut aborder aussi certains problèmes avec *frontière mobile*, l'abscisse ζ étant fonction, connue ou à déterminer, du temps x (propagation de la fusion). On posera $u = (z - \zeta) : x^p$. Si ζ est égal à Ax^p, la variabilité de ζ n'introduit pas de série. Dans le cas contraire, on se donnera ζ sous la forme d'un développement procédant suivant les puissances de x^p, et l'on sera ramené à des considérations analogues aux précédentes.

On abordera de même les problèmes qui comportent une frontière fixe et une frontière mobile, en prenant $X = z(z - \zeta)$. Mais les calculs sont beaucoup plus pénibles, parce que z ne s'exprime plus rationnellement en fonction de X et ζ.

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE. — *Sur quelques relations quantitatives régissant le fonctionnement du démultiplicateur de fréquence ferromagnétique*. Note [1] de MM. **Roger Dehors** et **Edmond Rouelle**, présentée par M. Aimé Cotton.

Une bobine à noyau de fer peut être assimilée à un disjoncteur-conjoncteur de self-inductance L (définie aux inductions élevées), lequel

---

(1) Séance du 12 décembre 1939.

s'ouvre, ou se ferme, selon que le flux y est inférieur ou supérieur au flux φ_c atteint au coude de la courbe d'aimantation.

L'un de nous a utilisé cette hypothèse pour analyser le processus d'entretien d'une oscillation non sinusoïdale de fréquence f/n, dans un circuit oscillant, par une force électromotrice sinusoïdale de fréquence f [2].

Nos expériences montrent qu'une bobine à noyau de Permalloy réalise presque exactement le schéma imaginé, et d'autant mieux que l'amortissement est plus faible et la force électromotrice E plus voisine de sa valeur critique inférieure E_1 (limite d'entretien).

Nous indiquons ci-après l'approximation avec laquelle peuvent être prédéterminés les éléments d'un tel fonctionnement lorsqu'on se donne la capacité C du condensateur en série avec la bobine et la résistance effective R du circuit supposée constante.

A. *Relations théoriques.* — 1. L'oscillation entretenue est assimilable, en première approximation, au régime libre supposé non amorti du circuit utilisé. L'onde de tension aux bornes du condensateur est sensiblement rectangulaire; son amplitude, égale à la valeur efficace, calculée dans l'article précité, est

$$U_c = \frac{4 f \varphi_c}{n} 10^{-8}. \tag{1}$$

2. Chaque demi-période, de durée $nT/2$, comporte une seule impulsion de courant, assimilée à une demi-sinusoïde, de durée $\theta = \pi\sqrt{CL}$.

L'amplitude I_m et la valeur efficace I du courant ont pour expressions

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}\sqrt{\frac{2\theta}{nT}} = U_c\sqrt{\frac{\pi C f}{n}\sqrt{\frac{C}{L}}}. \tag{2}$$

3. Désignons par t_m l'avance du maximum de i sur celui de e; la source fournit, durant une impulsion, une énergie W.

Pour $\theta/T \leqq 1/4$, on peut écrire, à moins de 1 % près,

$$W = \frac{4 E I_m \theta}{\sqrt{2}\,\pi} \cos\omega t_m. \tag{3}$$

4. En exprimant que W compense exactement l'effet Joule, on trouve que la plus faible valeur de E compatible avec l'entretien (obtenue pour t_m nul) est :

$$E_1 = \frac{\pi R f \varphi_c}{n\sqrt{2}}\sqrt{\frac{C}{L}}. \tag{4}$$

---

(2) E. ROUELLE, *Bulletin de la S. F. É.*, 5e série, 8, mars 1938, p. 231-240.

5. En seconde approximation, nous assimilons le problème de l'impulsion à celui de l'enclenchement, sur une source de force électromotrice $E\sqrt{2}\cos\omega t_m$, du circuit oscillant dont le condensateur est soumis à la tension initiale $-U_c$.

Le calcul classique donne, pour le fonctionnement à la limite d'entretien,

(5) $$i = -\frac{\alpha C(U_c + E_1\sqrt{2})}{\sin\psi\cos\psi} e^{-\alpha t} \sin\beta t.$$

avec

$$\alpha = \frac{R}{2L}, \qquad \beta = \sqrt{\frac{1}{CL} - \frac{R^2}{4L^2}}, \qquad \psi = \text{Arc tang}\left(-\frac{\beta}{\alpha}\right);$$

(6) $$I_m = (U_c + E_1\sqrt{2}) e^{\frac{\alpha\psi}{\beta}} \sqrt{\frac{C}{L}}.$$

(7) $$I = (U_c + E_1\sqrt{2}) \sqrt{\frac{Cf}{Rn}\left(1 - e^{\frac{-2\alpha\pi}{\beta}}\right)}.$$

On en déduit, comme plus haut,

(8) $$E_1 = \frac{U^c}{\sqrt{2}} \frac{1 - e^{\frac{-\alpha\pi}{\beta}}}{1 + e^{\frac{-\alpha\pi}{\beta}}} = \frac{U_c}{\sqrt{2}} \text{th}\left(\frac{2\beta}{\alpha\pi}\right).$$

B. *Mesure des constantes du circuit.* — 1. Le flux φ_c est déterminé par extrapolation de la branche saturée d'une courbe d'aimantation, relevée au fluxmètre, ou d'une caractéristique « tension-courant » de la bobine, sous tension sinusoïdale.

2. La self-inductance L est tirée de la variation de flux $\Delta\varphi = L\Delta I_m$ qu'engendre une variation ΔI_m de courant magnétisant, à partir d'une intensité I_m voisine de celle qui doit être atteinte dans la démultiplication de fréquence. (Approximations successives.)

3. La résistance R se déduit de la puissance consommée dans la bobine, sous tension sinusoïdale de fréquence et amplitude convenables.

C. *Contrôle expérimental.* — L'un de nous a déjà contrôlé la proportionnalité de U_c et E_l à $1/n$, jusqu'à $n = 15$ [3]. Les résultats fournis par les formules ci-dessus ont été comparés aux valeurs expérimentales, pour 13 combinaisons différentes des paramètres qui y figurent, choisies entre les limites suivantes : f, 50 à 150 p : s; C, 100 à 450 μF; L, 1 à 5 mH; R, 1 à 5 ohms; φ_c, 9 à 27 méga-maxwells. Le facteur n de démultiplication était égal à 3 pour 11 expériences, 5 et 7 pour les deux autres.

([3]) ROUELLE, *Revue Gén. Electricité*, 11, 1936, p. 811 à 819.

Si L_0 désigne l'inductance de la bobine au maximum de perméabilité (supposée infinie dans le schéma adopté) les écarts entre les valeurs calculées et mesurées sont d'autant plus réduits (toutes choses égales d'ailleurs) que θ/T, L/L_0 et n ont des valeurs moindres.

La moyenne des écarts a été respectivement de

%	2	7	13	6	8
pour les formules	(1)	(2)	(4)	(7)	(8)

Nous avons vérifié en outre que l'avance t_m décroît bien avec E.

MAGNÉTISME. — *Sur un montage différentiel, à moyenne fréquence et à amplificateur, permettant la mise en évidence et la mesure de la perméabilité magnétique sur de très petits échantillons de substance.* Note de M. **Antoine Colombani**, présentée par M. Paul Langevin.

Dans un champ magnétique sinusoïdal, uniforme dans un grand volume (bobines de Helmholtz A), on place, co-axialement, deux bobines B_1, B_2 très inégales en dimensions. Mais leurs nombres de spires N_1, N_2 sont choisis tels que les flux captés soient identiques. Les forces électromotrices induites agissent en opposition sur un amplificateur contrôlant leur exacte compensation. Comme il est impossible de la réaliser par construction, un variomètre d'appoint est mis en série sur ce système. Sa bobine inductrice A′ est parcourue par le même courant que A, et sa bobine induite B′ est en série sur B_1 et B_2.

Lorsqu'on introduit une substance magnétique suivant l'axe commun de B_1 et de B_2, dans leur intérieur, l'équilibre est rompu. On peut le rétablir en agissant sur le variomètre : la différence de ses deux positions, jointe à la mesure du courant inducteur et de la section transversale de l'échantillon, permet le calcul de μ (naturellement, une opération de tarage préliminaire est nécessaire pour chiffrer l'influence du support de l'échantillon).

Il peut se faire qu'un déphasage appréciable rende flou le minimum de f. e. m. On peut le compenser en ajoutant à cette f. e. m. une f. e. m. en phase avec le courant de A, prélevée aux bornes d'un potentiomètre sans self-induction ni capacité, que l'on place en série sur A. On peut ainsi mesurer à la fois la perméabilité μ et la conductibilité $1/\rho$ de l'échantillon.

Le métal sur lequel nous expérimentons est un dépôt de nickel obtenu par pulvérisation cathodique dans l'hydrogène pur. Les conditions

techniques de réalisation du dépôt sont celles que nous avons employées pour la production et l'étude des propriétés électriques des couches stables [1]. Le support est un cylindre de verre qui peut coulisser, dans le vide, sur un guide formé par une longue tige de verre.

Les couches que nous étudions sont naturellement très minces, bien plus minces que l'épaisseur de l'effet Kelvin jusqu'aux fréquences de 200 000 Hz. Les courants de Foucault sont absolument négligeables, ainsi que le montre le calcul, jusqu'à 15 000 Hz dans le cas d'un cylindre, et bien au delà lorsque celui-ci est fendu longitudinalement.

Nous opérons actuellement sur 1 000 périodes. La f. e. m. produite dans $B_1 + B_2$ par glissement de l'échantillon est de l'ordre du microvolt. Son observation nécessite donc une amplification élevée.

A cet effet nous avons réalisé un amplificateur sélectif de 50 Hz à 150 000 Hz, à cinq étages, dont trois sélectifs. La variation de largeur des bandes passantes est obtenue en agissant sur des résistances bobinées sans self. La courbe de réponse de l'amplificateur est parfaitement rectiligne en fonction de la fréquence quand il travaille en apériodique. Le gain peut atteindre 3.10^7 en apériodique. Naturellement, un coefficient d'amplification de cet ordre suppose de minutieuses précautions, des blindages, des bobinages toriques, séparation des chauffages etc.

Les tensions de sortie se mesurent à l'aide d'un couple thermoélectrique, associé à un millivoltmètre.

Les bobines A ont un coefficient de surtension élevé (près de 200). Mises en résonance sur la fréquence du courant d'alimentation (1000 Hz), elles sont excitées par un oscillateur à sortie calibrée ne possédant aucune dérive de fréquence. Cet appareil est suivi d'un amplificateur de puissance de 25 watts à courbe de réponse rectiligne jusqu'à 5000 Hz. L'alimentation du premier appareil est faite par des accumulateurs; celle du second est réalisée, sur le secteur, par l'intermédiaire d'un régulateur de tension. Dans ces conditions, le champ A peut varier de 0 à 80 gauss.

Ce dispositif permet, sous sa forme actuelle, la mesure de μ à environ 2 % près, dans les plus mauvaises conditions. L'erreur la plus forte commise dans cette mesure porte sur l'estimation de l'épaisseur de la couche.

---

(1) A. Colombani, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 795.

FLUORESCENCE. — *Sur la fluorescence du formiate de sodium en solution sodique.* Note de MM. **Albert Grumbach** et **René Millet**, présentée par M. Aimé Cotton.

Le phénomène étudié ici rentre dans le cas général suivant : deux corps A et B ne sont fluorescents ni l'un ni l'autre, mais une trace de l'un d'entre eux rend l'autre fluorescent.

Il a été démontré antérieurement [1] que la fluorescence de certains échantillons de soude et de potasse solides était due à des traces de formiate ou d'oxalate; nous nous sommes proposé d'étendre ces recherches aux solutions.

A l'heure actuelle, l'industrie fournit de la soude (R. P.) et du formiate de sodium de même origine, dépourvus de toute fluorescence; nous avons constaté sur de tels échantillons l'effet réciproque indiqué au début de cette Note. La soude non fluorescente est d'ailleurs exempte de composés organiques.

La lumière excitatrice était celle d'un arc à mercure, filtrée par un verre de Wood. Comme le verre de nos tubes d'expérience était légèrement fluorescent, nous leur avons donné la forme et employé le montage imaginés par M. Cabannes. Pour éviter la carbonatation, il a été nécessaire de les remplir sous la cloche à vide. Les solutions mères sont obtenues en dissolvant 60^g de soude dans 100^{cm^3} d'eau distillée et 72^g de formiate de sodium dans 100^{cm^3} d'eau distillée. Une trace de la seconde solution communique à la première une fluorescence bleue. L'étude quantitative a été faite en ajoutant avec une burette graduée en dixièmes de centimètre cube des volumes connus de la solution de formiate à la solution sodique. On a rempli ainsi 20 tubes d'expérience, qu'il faut toujours examiner aussitôt remplis. Cette précaution est indispensable, car un mélange ancien acquiert une fluorescence virant au jaune, que l'un de nous a déjà attribuée à la carbonatation dans le cas de la soude solide, en accord avec les travaux de Matignon et Mlle Marchal.

Les observations ont mis en évidence l'existence d'un maximum de fluorescence; nous avons alors cherché à tracer la courbe d'intensité relative en fonction de la concentration en formiate. Pour cela, nous avons utilisé

(1) A. Grumbach et Mlle M. Ribaillier, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 70.

la partie photométrique d'un spectrophotomètre différentiel d'Arsonval. Un dispositif optique supplémentaire permet d'éclairer identiquement deux solutions. L'étude préliminaire ayant situé le maximum de fluorescence à une cencentration de $0^{g},36$ de formiate dans une solution mère de soude, nous avons comparé les autres mélanges à cette solution.

La moyenne des résultats est résumée dans le tableau suivant :

Quantité de formiate (en g.)...........	0,072	0,144	0,216	0,288	0,432
Indication de l'échelle du photomètre...	16,6	14,6	11	8.7	8,7
Quantité de formiate (en g.)...........	0,504	0,576	0,648	0,720	
Indication de l'échelle du photomètre...	10	13	15.8	16,8	

Ces résultats fournissent une courbe ayant la forme prévue par la théorie de MM. Jean et Francis Perrin.

Nous avons, en 8 heures de pose, obtenu un spectrogramme de la fluorescence d'intensité maxima. Par comparaison avec un arc au fer, on localise une bande dont le centre de gravité est situé vers 4600 Å (lumière excitatrice, 3550 Å).

CHIMIE MINÉRALE. — *Application des mesures de tension superficielle à la détermination des combinaisons moléculaires du nitrate de zinc et de certains nitrates alcalins.* Note de M. **Robert Chauvenet**, présentée par M. Marcel Delépine.

Poursuivant mes recherches [1] sur la mise en évidence des combinaisons moléculaires que peuvent former en solution concentrée le nitrate de zinc et certains nitrates alcalins, j'ai mesuré les tensions superficielles des différents mélanges des solutions de ces sels.

Les solutions employées sont 2N, exception faite pour le nitrate de Cs(0,607 N). Les mesures ont été faites par la méthode stalagmométrique à l'aide de l'appareil de Traube; par application de la formule $mg = 2\pi r T$ (où mg représente le poids de la goutte, r le rayon de l'orifice du stalagmomètre, T la tension superficielle de la solution), j'ai déterminé les tensions superficielles de chaque mélange, puis calculé l'écart entre les tensions expérimentales et les tensions théoriques.

Les résultats de mes mesures sont consignés dans les tableaux ci-contre.

---

(1) *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 1216.

Système $(NO^3)^2Zn—NO^3Li$.

Tension superficielle de la solution 2N de { $(NO^3)^2Zn$ à 20° en dynes/cm : 82,36.
{ NO^3Li » » 71,65.

Mélanges en volumes.		T		
$(NO^3)^2Zn$.	NO^3Li.	trouvée.	calculée.	$T_{tr.} — T_{calc.}$
30^{cm}	10^{cm^3}..........	77,89	79,69	— 1,80
25	15..........	83,67	78,35	+ 5,32
22,5	17,5..........	85,90	77,68	8,22
21	19..........	82,99	77,28	5,71
20	20..........	80,66	77,01	3,65
17,5	22,5..........	83,33	76,34	6,99
15	25..........	85,80	75,67	10,13
12,5	27,5..........	81,80	74,62	7,18
10	30..........	60,68	74,33	−13,65

Systeme $(NO^3)^2Zn—NO^3Na$.

Tension superficielle de la solution 2N de NO^3Na à 20° en dynes/cm : 61.79.

Mélanges en volumes.		T		
$(NO^3)^2Zn$.	NO^3Na.	trouvée.	calculée.	$T_{tr.} — T_{calc.}$
250^{cm^3}	50^{cm^3}..........	78,45	78,94	— 0,49
225	75..........	75,12	77,22	— 2,10
200	100..........	71,99	75,51	3,52
175	125..........	73,72	73,79	— 0,07
150	150..........	74,64	72,08	+ 2,56
125	175..........	68,62	70,36	— 1,74
100	200..........	62,14	68,65	— 6,51
80	220..........	75,56	67,34	+ 8,22
75	225..........	78,62	66,93	+11,69
60	240..........	74,81	65,90	+ 8,91
50	250..........	72,78	65,22	+ 7,56

Système $(NO^3)^2Zn—NO^3Cs$.

Tension superficielle de la solution 0,607N de { $(NO^3)^2Zn$ à 20° en dynes/cm : 80,98.
{ NO^3Cs » » 81,06.

Mélanges en volumes.		T		
$(NO^3)^2Zn$.	NO^3Cs.	trouvée.	calculée.	$T_{tr.} — T_{calc.}$
30^{cm^3}	10^{cm^3}..........	81,82	81,00	0,82
28	12..........	82,43	81,00	1,43
25	15..........	83,12	81,01	2,11
22,	17,5..........	82,04	81,01	1,03
20	20..........	81,18	81,02	0,16
18	22..........	82,05	81,02	1,03
17.5	22,5..........	82,77	81,02	1,75
15	25..........	82,57	81,03	1,54
12,5	27,5..........	81,98	81,03	0,95
10	30..........	81,74	81,04	0,70

Les graphiques construits avec les données précédentes (en ordonnées sont portés les écarts $T_{tr.} - T_{calc.}$ et en abscisse la composition des mélanges) indiquent les points anguleux suivants : pour le système $(NO^3)^2 Zn NO^3 Li$, trois points anguleux correspondant aux compositions suivantes : $9(NO^3)^2 Zn$-$7 NO^3 Li$, $(NO^3)^2 Zn$-$NO^3 Li$, $3(NO^3)^2 Zn$-$5 NO^3 Li$; pour le système $(NO^3)^2 Zn$-$NO^3 Na$, quatre correspondant aux mélanges $2(NO^3)^2 Zn$-$NO^3 Na$, $(NO^3)^2 Zn$-$NO^3 Na$, $(NO^3)^2 Zn$-$2 NO^3 Na$, $(NO^3)^2 Zn$-$3 NO^3 Na$, et, pour le système $(NO^3)^2 Zn$-$NO^3 Cs$, trois correspondant aux mélanges $5(NO^3)^2 Zn$-$3 NO^3 Cs$, $(NO^3)^2 Zn$-$NO^3 Cs$, $7(NO^3)^2 Zn$-$9 NO^3 Cs$.

Ces résultats sont, dans l'ensemble, en accord avec ceux qui ont été fournis par les courbes des chaleurs de mélanges, des écarts entre les densités trouvées et calculées, et des écarts entre les indices de réfraction trouvés et calculés. Dans aucun cas, aucune divergence n'a été constatée avec les techniques employées précédemment, cependant la stalagmométrie n'a pas toujours révélé (faute de sensibilité sans doute) les combinaisons moléculaires annoncées par les autres méthodes.

La même méthode a été appliquée à la recherche des combinaisons entre le nitrate de glucinium et les nitrates alcalins.

De toutes les combinaisons annoncées par ces différentes techniques, il ne m'a été possible d'isoler à l'état de pureté que la combinaison $(NO^3)^2 Zn, NO^3 Na, 5,5 H^2O$.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'α-hydroxyéthyl-2 méthylol-4 anisol et de quelques-uns de ses dérivés.* Note de M. **Maurice Anglade**, présentée par M. Marcel Delépine.

L'α-hydroxyéthyl-2 méthylol-4 anisol peut s'obtenir à partir de ses éthers-oxydes, en particulier l'éther diméthylique. Ce dernier corps est préparé à partir de l'anisol grâce aux transformations

OCH³ (anisol) —[H.CHO + ClH]→ OCH³, CH²Cl —[CH³.CHO + ClH]→ OCH³, CH Cl.CH³, CH²Cl —[CH³ONa]→ OCH³, CH.CH³ (O.CH³), CH².O.CH³

Puis on passe au glycol correspondant en utilisant les réactions successives

$$C_6H_3(OCH_3)(CH(OCH_3).CH_3)(CH_2.O.CH_3) \xrightarrow{CH_3.COCl} C_6H_3(OCH_3)(CHCl.CH_3)(CH_2Cl) \xrightarrow{CH_3.COONa} C_6H_3(OCH_3)(CH(O.CO.CH_3).CH_3)(CH_2.O.CO.CH_3) \xrightarrow{HOK} C_6H_3(OCH_3)(CHOH.CH_3)(CH_2OH)$$

La réaction fondamentale de ces transformations est la chloroéthylation du chlorure d'anisyle. Cette réaction s'effectuant avec un rendement faible, il est impossible de saponifier directement le mélange des chlorures après cette réaction, la séparation des alcools obtenus étant très difficile. D'où la nécessité de passer au diéther-oxyde facilement isolable, pour revenir ensuite au chlorure.

Le chlorure d'anisyle est préparé, à partir de l'anisol, suivant la technique de MM. R. Quelet et J. Allard ([1]). Pour obtenir l'α-chloroéthyl-2 chlorométhyl-4 anisol, on sature par le gaz chlorhydrique, au voisinage de 15°, un mélange agité de chlorure d'anisyle 156^g^, de paraldéhyde acétique 50^g^, d'acide chlorhydrique concentré 100^g^ et d'acide phosphorique 50^g^. Après lavage du mélange, on le verse dans une solution méthylique de méthylate de sodium. La distillation des produits de cette réaction donne 110^g^ de paraméthoxyméthyl anisol $Éb_{15}$ 107°-108°, provenant du chlorure d'anisyle non transformé et 38^g^ d'α-méthoxyéthyl-2 méthoxyméthyl-4 anisol. Le rendement est de 18 %. Les constantes de ce diéther-oxyde sont

$$Éb_{15}\ 144°\text{-}145°;\quad n_D^{20}\ 1{,}5055;\quad d_4^{20}\ 1{,}048;\quad d_0\ 1{,}066.$$

De la même manière, en traitant le mélange résultant de la chloroéthylation de 156^g^ de chlorure d'anisyle par l'éthylate de sodium, on obtient, après distillation 120^g^ de paraéthoxyméthyl anisol $Éb_{18}$ 119°-120° et 35^g^ d'α-éthoxyéthyl-2 éthoxyméthyl-4 anisol. Le rendement est de 15 %.

Les constantes de ce diéther-oxyde sont

$$Éb_{18}\ 157°\text{-}158°;\quad n_D^{21}\ 1{,}4980;\quad d_4^{21}\ 1{,}011;\quad d_0\ 1{,}029.$$

L'éther-oxyde diméthylique, traité par le chlorure d'acétyle, suivant la technique de M. R. Quelet ([2]), c'est-à dire dans l'éther de pétrole sec et en

---

([1]) *Bull. Soc. Chim.*, 3, 1936, p, 1794.
([2]) *Bull. Soc. Chim.*, 53, 1923, p. 250.

présence d'un fragment de chlorure de zinc fondu, redonne l'α-chloroéthyl-2 chlorométhyl-4 anisol, qui, après lavage, est versé dans une solution acétique d'acétate de sodium fondu. Le diester obtenu est précipité par l'eau, puis saponifié par une solution hydroalcoolique de potasse à 40 %, à la température du bain-marie. On chasse ensuite l'alcool, on décante, puis on concentre la solution aqueuse; le glycol surnage et cristallise par refroidissement. (Le rendement est de 26 %.) On le purifie par cristallisation dans l'alcool. C'est un solide se présentant sous forme de petites aiguilles, F. 126°. Traité par l'isocyanate de phényle, en milieu benzénique et en présence d'une trace de sodium, il donne la phényluréthane double, aiguilles (alcool), F. (instantanée) 142-143°.

Le chlorure d'anisyle, dont on est parti, n'est pas pur, il renferme 10 % de chlorure d'orthométhoxybenzyle. On démontre que ce dernier corps n'intervient pas dans la chloroéthylation, en partant de chlorure d'anisyle pur, provenant de l'alcool anisique. Les résultats sont exactement les mêmes.

Enfin l'oxydation permanganique, à chaud, fournit l'acide (paramétoxy) isophtalique, F. 275° (³).

SÉISMOLOGIE. — *Sur l'inscription du tremblement de terre d'Anatolie à l'Observatoire du Parc Saint-Maur.* Note de MM. **Charles-Émile Brazier** et **Louis Perdereau**, présentée par M. Charles Maurain.

Les premières oscillations du sol correspondant au violent séisme qui a désolé l'Anatolie la semaine dernière ont été inscrites au Parc Saint-Maur le 27 décembre 1939 à $0^h3^m13^s$. Les mouvements ont atteint à $0^h8^m19^s$ une amplitude telle que les leviers d'inscription du séismographe Wiechert ont été désarticulés et que la masse stationnaire a été trouvée, au moment du changement des feuilles, reposant sur ses butées.

Par suite de l'amplitude et de la rapidité des déplacements du sol, les inscriptions fournies par les divers appareils ont été plus ou moins fragmentaires. Seule la composante E du séismographe Mainka, dont la sensibilité est assez réduite, a donné un enregistrement à peu près complet des différentes phases du phénomène.

On ne peut fixer d'une manière certaine l'amplitude maxima des dépla-

---

(³) Chattaway et Calvet, *J. Chem. Soc.*, 131, 1928, p. 2916.

cements du sol. Elle semble avoir été atteinte au moment où les leviers du séismographe Wiechert ont été désarticulés. Aucun de nos séismographes n'a fourni à ce moment une inscription permettant de mesurer sa grandeur.

Les oscillations se sont poursuivies en s'amortissant progressivement jusqu'à $4^h 27^m$.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'influence du double phénomène de différenciation hâtive et de télescopage sur l'organisation des plantules de Phanérogames.* Note (1) de M. **Paul Bertrand**, présentée par M. Louis Blaringhem.

Pour représenter la section transversale moyenne de l'axe hypocotylé d'une plante actuelle, il convient d'opérer de la manière suivante : on prend comme section inférieure, la section de la radicule au voisinage du collet, ou, s'il y a lieu, un peu au-dessous du collet; on prend comme section supérieure la section transversale de la tige d'une plante carbonifère convenablement choisie, En projetant la 2e section sur la 1re et en procédant aux suppressions nécessaires, on obtient le résultat cherché. Bien entendu, si la radicule est diarche, il faut que la tigelle possède un système vasculaire composé de deux faisceaux primordiaux tubulaires; c'est le cas du *Clepsydropsis excelsa*. Si la radicule est triarche, il faut que la tigelle possède un système vasculaire composé de trois faisceaux tubulaires; c'est le cas du *Sphenophyllum insigne*.

A titre d'exemples, nous donnons ci-contre le schéma de l'opération : 1° pour une Conifère (*Libocedrus decurrens*); 2° pour une Dicotylédone (*Phaseolus vulgaris* ou *Mercurialis annua*) Le second schéma avec une faible modification s'appliquerait également à *Allium cepa* (G. Chauveaud, 1911).

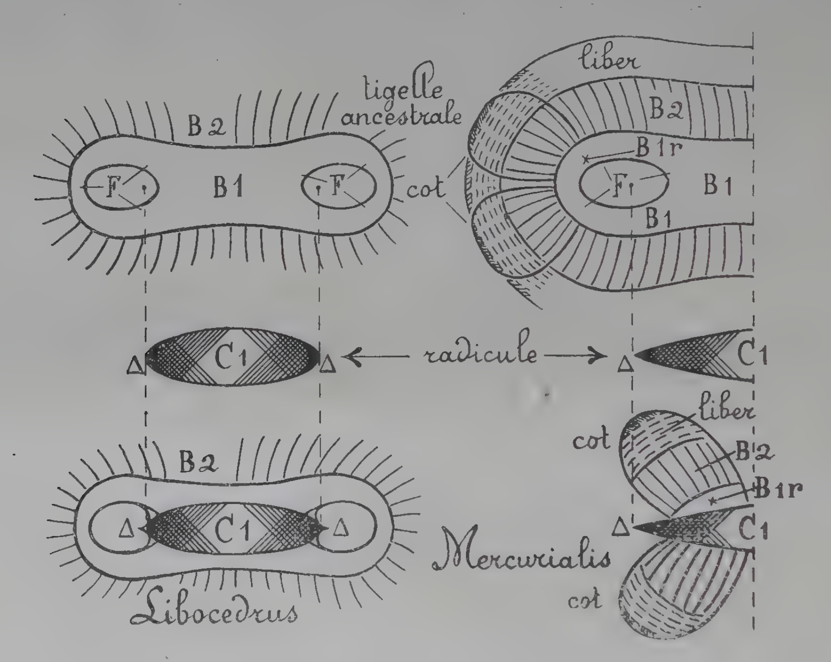
Conclusions. — 1° L'organisation des plantules des Phanérogames est le résultat d'un télescopage plus ou moins accentué entre la structure ancestrale de l'appareil végétatif aérien et celle de la radicule.

2° Le faisceau primordial tubulaire des rameaux aériens de *Cladoxylon tæniatum* (issu lui-même directement du faisceau primitif de *Rhynia major*) est conservé à peu près intégralement dans certaines plantules de Conifères : *Pinus*, *Libocedrus*, *Cryptomeria* (Ed. Boureau, 1938).

---

(1) Séance du 27 décembre 1939.

3° Rappelons que les six sortes de bois : bois primaire centrifuge, tangentiel, centripète, bois secondaire centrifuge, tangentiel, centripète, coexistent dès l'origine dans les rameaux aériens des *Cladoxylon*. Le double faisceau cotylédonaire des Angiospermes est le dernier vestige du faisceau primordial tubulaire. En vertu du phénomène de différenciation hâtive prolongé au cours des siècles, tout se passe comme si le faisceau cotylédonaire entraîné par la vitesse acquise venait se fendre en deux contre l'arête du coin ligneux centripète de la racine. Chez les Dicoty-



Section transversale moyenne de l'axe hypocotylé.

F, faisceaux tubulaires; B_1, B_2, bois primaire et bois secondaire de la tigelle ancestrale; B_1r, résidu éventuel du bois primaire centrifuge *dito*; C_1, coins ligneux centripètes de la radicule; Δ, pôles trachéens *dito*; *cot*, double faisceau cotylédonaire.

lédones, le faisceau tubulaire est réduit à peu près exclusivement à la partie secondaire du bois centrifuge. Chez les Monocotylédones, c'est vraisemblablement la portion primaire du bois centrifuge ancestral qui est conservée dans le faisceau cotylédonaire et dans le faisceau foliaire.

4° En résumé, chez les Phanérogames l'évolution consiste simplement dans la suppression d'une grande partie des structures ancestrales. La plante complète son organisation en hypertrophiant et en différenciant les fractions conservées.

5° Les conceptions de O. Lignier sur l'origine et la constitution de l'appareil végétatif, celles de G. Chauveaud sur l'ontogénie des plantules et sur le télescopage des phyllorhizes ont donc permis, en moins de 30 ans, d'arriver à une solution générale des problèmes posés par l'organisation anatomique des végétaux vasculaires.

BOTANIQUE. — *La structure florale des Sterculiacées.* Note [1] de M. **Gérard Gazet du Chatelier**, transmise par M. Alexandre Guilliermond.

J'ai décrit [2] la structure florale de quelques Sterculiacées (Dombéyées, Sterculiées, Hélictérées) et conclu à l'absence, chez ces plantes, de l'obdiplostémonie typique, admise jusqu'à ce jour. Je mis ainsi en évidence une structure florale nouvelle, la pseudo-obdiplostémonie. Étendues à de nombreuses Sterculiacées, mes recherches m'ont permis de faire des observations nouvelles qui modifient profondément la systématique de cette famille, telle qu'elle était comprise.

Les Sterculiacées peuvent être réparties en deux sous-familles, très nettes, l'une comprenant les Ériolænées, Dombéyées, Hélictérées, Hermanniées; l'autre, les Buettnériées, Sterculiées et Lasiopétalées. Dans la première toutes les pièces florales, sauf les pétales, s'insèrent directement sur la couronne libéro-ligneuse centrale. Les pétales n'y sont rattachés qu'indirectement.

A la base de la fleur, la stèle centrale émet cinq faisceaux vasculaires épisépales. Avant de pénétrer dans les sépales, ces faisceaux se divisent tangentiellement en trois branches qui constituent les nervures dorsales et marginales des sépales. Immédiatement au-dessus des faisceaux des sépales et exactement superposés à ceux-ci, naissent les faisceaux irriguant les paquets d'étamines fertiles. Un cordon, issu d'eux, vascularise les pétales.

Les faisceaux staminaux suivent d'abord les paquets vasculaires des sépales jusqu'à leur point de trifurcation, puis à partir de là, n'accompagnent plus qu'une seule des branches latérales, pour prendre une position légèrement alternisépale. Là, chaque faisceau staminal se redresse pour irriguer un paquet d'étamines fertiles, et quelques trachées, se détachant horizontalement, se dirigent entre deux sépales pour pénétrer dans un pétale. Celui-ci n'est donc qu'une dépendance des étamines, ce que prouve encore l'ensemble de nos résultats, ainsi qu'on le verra plus loin. Les insertions des étamines internes (ou des staminodes) se font plus haut que celles des étamines épisépales et en alternance avec les *faisceaux* vasculaires de celles-ci.

---

(1) Séance du 27 décembre 1939.

(2) *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 1140.

Il résulte de ces faits :

1° que les étamines externes (fertiles) des Ériolænées, Dombéyées, Hélictérées et Hermanniées sont épisépales. Il n'y a donc pas obdiplostémonie;

2° que la corolle, au sens morphologique, n'existe pas chez ces plantes, celle-ci est remplacée par des dépendances staminales pétaloïdes.

La position flottante des étamines fertiles (épipétale pour Eichler, épisépale pour Baillon) s'explique, comme on l'a vu, par le trajet plus ou moins long que les faisceaux vasculaires staminaux parcourent avec les branches des faisceaux marginaux des sépales.

Dans le deuxième groupe (Buettnériées, Sterculiées, Lasiopétalées) les insertions vasculaires des diverses pièces correspondent mieux à l'interprétation classique de la fleur.

Au niveau des sépales, la stèle émet horizontalement dix faisceaux libéro-ligneux dont cinq constituent les nervures médianes des sépales après avoir détaché des vaisseaux pour les staminodes ([3]). Les cinq autres, alternes, envoient verticalement quelques trachées dans les étamines fertiles, alors que le reste du faisceau se dédouble tangentiellement pour constituer les nervures marginales des sépales. Chez les Buettnériées et les Lasiopétalées, où il y a des pétales, quelques trachées quittent le faisceau principal avant cette bifurcation et, après un court trajet vertical, elles pénètrent dans un pétale. Enfin, signalons qu'au-dessus des dix faisceaux précités, le reste de la stèle fournit deux étages alternant de cinq paquets de faisceaux, l'inférieur pénètre dans la nervure dorsale des carpelles; le supérieur constitue, en se dédoublant, les nervures marginales des carpelles.

La structure florale de ce deuxième groupe de Sterculiacées permet de déduire ce qui suit :

1° Les étamines fertiles sont bien épipétales (sauf chez *Sterculia* et *Tarrietia*). La structure apparente exprime donc ici le vrai plan floral;

2° Les pétales n'ont pas la même signification que les pièces pétaloïdes des tribus précédentes. Ce sont de vrais pétales avec insertions vasculaires autonomes;

3° Les faisceaux marginaux des sépales peuvent être considérés comme un système surajouté au système vasculaire normal des sépales, soustrait à la vascularisation des pétales.

Cette dernière remarque permet de penser que les Sterculiées étaient primitivement pétalées; les paquets vasculaires des bords des sépales attestent seuls, aujourd'hui, cette ancienne organisation.

([3]) Chez *Sterculia et Tarrietia*, il y a à la place des staminodes des étamines fertiles.

En résumé, l'anatomie florale est un facteur très important pour l'interprétation des fleurs des Sterculiacées. Les deux groupes considérés plus haut sont très homogènes, chacun, avec une morphologie florale précise. On peut retenir que le premier groupe présente une pseudo-obdiplostémonie, et que les pétales y manquent. L'obdiplostémonie typique, admise précédemment, déjà rejetée par nous pour trois tribus, doit être abandonnée pour toutes les Sterculiacées. Le gynécée épipétale des Buettnériées et des Lasiopétalées n'est pas, pour des raisons nombreuses, un obstacle à cette manière de voir.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la composition des macrospores et des microspores de Sélaginelle.* Note de M. **Antonio Sosa** et Mme **Cécile Sosa-Bourdouil**, présentée par M. Marcel Delépine.

Poursuivant des recherches sur la composition de la spore chez les végétaux avec le but d'en tirer des renseignements relatifs à la biologie et à l'évolution des plantes vasculaires ([1]), nous nous sommes arrêtés à l'étude des spores de Sélaginelle, dont la composition diffère, comme nous le verrons, suivant que l'on s'adresse aux macrospores ou aux microspores.

Morphologiquement, les deux sortes de spores se distinguent non seulement par leur taille, mais aussi par leur forme et leur couleur. La taille, qui constitue la principale différence, est déterminée par le mode de division des sporanges, dont certains donnent naissance à un très grand nombre de petites spores (microspores) et d'autres donnent seulement quatre grosses spores (macrospores). Ces différences sont liées, comme on le sait depuis longtemps, au devenir de ces organes, les macrospores étant à l'origine des prothalles femelles, les microspores des prothalles mâles.

Nos expériences ont porté sur *Selaginella spinulosa* A. Br. récoltée en août dernier dans les Alpes à 2000m d'altitude, au Val d'Isère.

Nous nous arrêterons seulement ici à l'exposé des analyses centésimales rapportées au poids sec ([2]), nous proposant de donner ailleurs une interprétation biologique plus complète.

Cendres. — Les cendres sont plus abondantes chez les microspores

---

([1]) C. Sosa-Bourdouil, *Comptes rendus*, 205, 1938, p. 1407; *Bull. Muséum*, 2e série, 11, 1939, p. 349.

([2]) La teneur en eau des macrospores était de 5,1 %; celle des microspores, de 6,1 %.

(4,04 %) que chez les macrospores (1,26 %), la fraction insoluble dans l'eau étant plus élevée dans le premier cas que dans le deuxième.

Nous devons surtout retenir la richesse plus grande des spores mâles en éléments minéraux.

Substances azotées. — La proportion d'azote total, déterminée par semi-microkjeldahl, est sensiblement la même pour les deux sortes de spores (2,8 %); mais si l'on sépare par l'acide trichloracétique l'azote protidique de l'azote engagé dans des molécules plus simples (acides aminés, sels etc.), on constate que les microspores sont plus riches en azote protidique que les macrospores (1,93 pour les premières, 0,43 pour les deuxièmes). L'azote engagé sous forme complexe se trouve donc en proportion notablement plus élevée dans les spores mâles.

Matières grasses. — Les matières grasses sont abondantes dans les deux sortes d'organes. Néanmoins, étant donnée la faible quantité de matériel dont nous disposions, nous avons dû mettre au point deux microméthodes pour la détermination des indices de saponification et d'iode. Les résultats obtenus par ces méthodes concordent à 1 % près avec ceux que donnent les techniques préconisées par la Commission de l'Union Internationale de Chimie [3] appliquées à l'huile d'olive et à l'huile d'arachide.

1 à 2^g de spores préalablement broyées sont épuisées par l'éther éthylique dans un petit appareil de Dupré. L'éther est évaporé, le résidu séché et pesé : on obtient ainsi une huile moyennement fluide contenant une faible proportion de matières solides. La partie insaponifiable de cette huile possède une odeur aromatique.

Indice de saponification. — Il a été déterminé sur des prises d'essai de 50^{mg} environ. On commence par l'essai témoin en chauffant à reflux sur bain-marie pendant 1 heure 4^{cm^3} de solution alcoolique $0,12\,n$ de potasse et l'on titre par l'acide chlorhydrique $0,1\,n$ (à la microburette) en présence de phénolphtaléine. On fait une opération semblable en présence cette fois du corps gras : on titre comme précédemment, on ramène avec de l'eau à un volume égal à celui de l'essai à blanc et l'on ajoute encore de l'acide jusqu'à nouvelle décoloration.

Indice d'iode (méthode de Hübl). — Il a été déterminé sur des prises d'essai de 10^{mg} environ (1/800e de l'indice d'iode présumé). Le corps ou l'acide gras a été mélangé avec $0^{cm^3},5$ de $CHCl^3$ et 1^{cm^3} du réactif iode + Cl^2Hg : après 4 heures on ajoute 1^{cm^3} de la solution de IK, puis 10^{cm^3} d'eau et l'on titre par la solution $0,05\,n$ de $S^2O^3Na^2$ (à la microburette) en présence d'empois d'amidon.

Les résultats sont les suivants :

---

(3) Méthodes unifiées pour l'analyse des matières grasses (1936).

	Macrospores.	Microspores.
Matières grasses (extrait éthéré) pour 100....	48	35
Indice de saponification..................	198	201
» d'iode..........................	81	102
Insaponifiable (pour 100 de matières grasses).	2,68	4,85
Acides gras (pour 100 de matières grasses)...	95,9	93,8
Poids moléculaire moyen................	280	275
Indice d'iode.........................	82	105

La teneur en matières grasses des macrospores est largement supérieure à celle des microspores (48 % contre 35 %). Les indices de saponification sont très voisins. La proportion d'insaponifiable est nettement plus élevée chez les microspores. Les acides gras ont des poids moléculaires voisins; mais l'indice d'iode qui mesure le degré d'insaturation de la molécule de ces acides gras est très nettement plus élevé chez les microspores (105 au lieu de 82 pour les macrospores).

Ces résultats mettent donc en évidence une différenciation chimique des spores de Sélaginelle parallèle à la différenciation morphologique liée au sexe.

EMBRYOLOGIE TÉRATOLOGIQUE. — *Sur les variétés évolutives de la parthénogenèse tératologique dans l'ovaire des Mammifères et leurs homologies avec celles des embryomes des glandes génitales*. Note de M. **Albert Peyron**, transmise par M. Maurice Caullery.

L. Lœb ([1]) découvrit en 1911, dans l'ovaire du cobaye, des formations représentant des œufs en développement parthénogénétique; ces observations et leur interprétation furent confirmées par les recherches ultérieures de Courrier et Oberling ([2]), les miennes ([3]) (avec Lelièvre et Corsy) et celles d'Athias ([4]). Depuis lors mes études sur les embryomes et la lignée germinale ont élargi le cadre de la parthénogenèse. Ce processus, que tous les embryologistes croyaient spécial à l'ovaire, s'observe dans le testicule des Mammifères, sous une forme tératologique ou néoplasique, à évolution prolongée, beaucoup plus facile à observer et surtout plus variable dans ses modalités. La présente Note a pour but d'établir

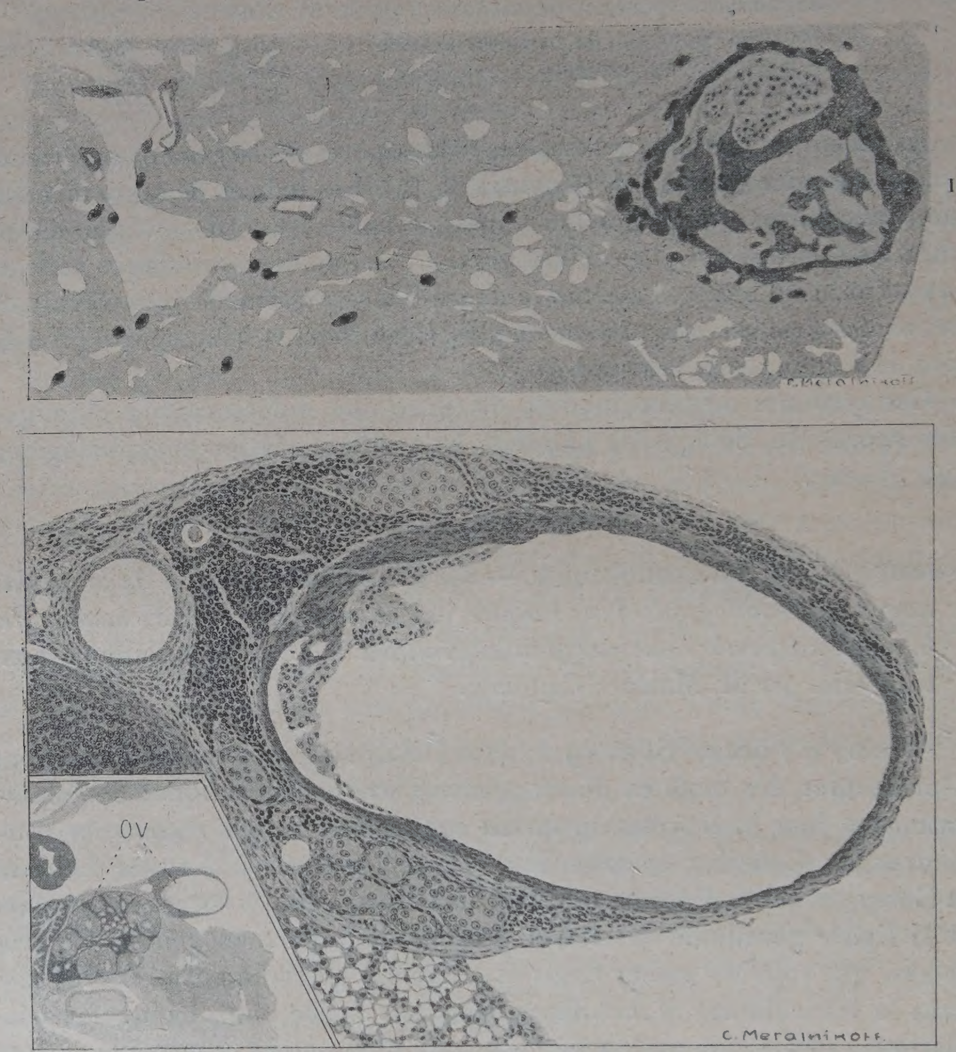
([1]) *Journ. American Medical Association*, 56, 1911, p. 1327; *Zeits. f. Krebsforsch.*, 11, 1912, p. 1; *Anatomical Record*, 51, 1932, p. 373.

([2]) *Archives d'Anat., d'Histol. et d'Embryol.*, 11, 1933, p. 455; *Bull. Soc. Anat.*, 1923, p. 724.

([3]) *Bull. Ass. franç. du Cancer*, 16, 1927, p. 711.

([4]) *Arquivo de Patologia*, 8, II, août 1936, p. 122.

que les complexus parthénogénétiques de l'ovaire ne peuvent être interprétés de façon satisfaisante que si on les compare à ceux des tumeurs à tissus multiples : on peut ainsi reconnaître la commune origine de forma-



tions en apparence dissemblables et reconstituer les diverses étapes du processus, que l'on ne retrouve jamais au complet chez un même animal.

1° Dans la variété habituelle, chez le Cobaye, il est exceptionnel de pouvoir reconnaître des feuillets blastodermiques distincts ou un bouton embryonnaire complet; le complexus est constitué presque exclusivement de trophoblaste. Ainsi, la figure I montre une coupe transversale d'ovaire de Cobaye, sur laquelle on reconnaît, dans le cortex, un massif tropho-

blastique, avec ses deux variétés cellulaires, cellules de Langhans et syncytium.

Leurs éléments migrateurs, déjà disséminés dans la zone médullaire, encerclent et envahissent les vaisseaux sanguins; nous avons ici un développement unilatéral exclusif du trophoblaste, qui entraîne la disparition du bouton embryonnaire proprement dit. Or, ce fait s'observe précisément dans certains embryomes malins; Kampmeyer ([5]) objecte à Lœb que les formations décrites comme parthénogénétiques, chez le Cobaye, représenteraient plutôt des corps jaunes anormaux; mais les observations de Lœb et celles d'Athias établissent qu'on peut les retrouver chez les femelles impubères, ou séparées des mâles, ou encore vers la fin de la gestation, lorsqu'il n'y a plus d'ovulation. L'ensemble de mes constatations élimine formellement l'opinion de Kampmeyer.

2° La seconde variété, que je viens d'observer dans l'ovaire de la souris (animal impubère de 8g), n'y avait pas encore été signalée (pas plus que chez le Cobaye); elle reproduit exactement la morphologie du kyste, ou embryome dermoïde banal : revêtement épidermique doublé d'une assise de formations pilo-sébacées, absence complète de trophoblaste; une vue d'ensemble est donnée dans la figure II, dont l'angle gauche schématise la topographie de l'ovaire. On ne connaissait jusqu'ici que deux cas de tumeur à tissus multiples, signalés par Miss Slye ([6]) (sur 45 tumeurs ovariennes correspondant à 22000 souris autopsiées). D'autre part Zakolska ([7]) vient de trouver, dans les ovaires d'une souris gravide, plusieurs follicules, avec des stades de segmentation normaux (deux et quatre blastomères et même début de blastula sans dégénérescence cytoplasmique ou nucléaire). Notre embryome dermoïde s'intercale précisément entre ces deux stades, celui de la segmentation et celui de l'embryome proprement dit. En résumé, la parthénogenèse rudimentaire ou abortive du Cobaye, les kystes dermoïdes de la Souris et les embryomes de l'ovaire et du testicule représentent des variétés d'un même processus, dont on peut reconnaître deux types fondamentaux, caractérisés, l'un par l'apparition du trophoblaste, l'autre par des ébauches purement somatiques. Ces différences évolutives paraissent liées, en partie, à des facteurs hormoniques, qui, en l'absence de données expérimentales, nous échappent complètement.

([5]) *American J. of Anat.*, 43, 1929, p. 45.
([6]) *J. of Cancer Research*, 5, 1920, p. 205.
([7]) *Folia Morphologica*, 1, II, 1929, p. 74.

SÉROLOGIE. — *Déshydratation du sérum sanguin; application au sérum syphilitique.* Note (¹) de M. **Maurice Doladilhe**, présentée par M. Louis Martin.

Agitons un sérum sanguin en présence d'éther sulfurique; sa viscosité augmente et son volume diminue. Ces modifications sont dues à la perte d'eau qu'il subit. En effet, en répétant plusieurs fois cette manipulation avec de l'éther neuf on déshydrate *presque complètement* le sérum qui se transforme finalement en une masse très visqueuse.

Ces observations nous ont incité à chercher si l'on ne pourrait pas rendre cette déshydratation *totale* et obtenir les protéines et les substances dissoutes sous la forme d'une poudre parfaitement sèche.

Nous avons atteint ce but en utilisant d'emblée un volume d'éther suffisamment grand pour absorber *en une seule fois* la totalité de l'eau du sérum. Voici notre technique : on verse, dans un flacon, 200^{cm^3} d'éther sulfurique à 66° et $0^{cm^3},25$ de sérum sanguin, on agite fortement pendant 30 secondes environ. La déshydratation est totale, les protéines et les substances dissoutes se rassemblent, en effet, à l'état *pulvérulent*, dans le fond du flacon.

Ce traitement ne dénature pas, physiquement, les protéines sériques. La poudre obtenue est parfaitement soluble dans l'eau distillée ou dans les solutions salines. Que deviennent les caractères biologiques du sérum sanguin? Ces premières expériences ont été effectuées avec du sérum humain normal ou syphilitique. Nous exposerons donc ce qu'il advient de la réagine syphilitique. Disons de suite qu'on la retrouve intégralement dans le dessiccat.

Voici les résultats d'une série de séro-réactions par floculation (Meinicke-opacification) et par fixation de l'alexine (Wassermann) effectuées sur le sérum complet et sur la solution obtenue en reprenant par $0^{cm^3},50$ d'eau physiologique la poudre provenant de $0^{cm^3},50$ de sérum.

Pour les réactions de Meinicke nous avons indiqué le temps au bout duquel débute la floculation.

	Meinicke (temps).		Wassermann.	
Expérience.	Sérum complet.	Dessiccation.	Sérum complet.	Dessiccation.
1......	25 min.	25 min.	pas d'hémolyse	pas d'hémolyse
2......	pas de floc.	pas de floc.	hémolyse	hémolyse
3......	1 h. 10	1 h. 05	pas d'hémolyse	pas d'hémolyse
4......	12 min.	10 min.	»	»

(¹) Séance du 27 décembre 1939.